

— 300 —
ЗООЛОГІЯ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ



А. А. ЯХОНТОВ

ЗООЛОГИЯ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

В ДВУХ ТОМАХ

ИЗДАТЕЛЬСТВО „ПРОСВЕЩЕНИЕ”

Москва • 1968

А. А. ЯХОНТОВ

ЗООЛОГИЯ для учителя

ТОМ
ПЕРВЫЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО «ПРОСВЕЩЕНИЕ»

Москва · 1968

Рецензенты: доктор биологических наук профессор А. Г. Банников; доктор биологических наук профессор С. В. Герд; кандидат биологических наук профессор С. А. Новиков; доктор биологических наук профессор С. И. Огнев; доктор биологических наук профессор Н. Н. Плавильщиков.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Предлагаемое вниманию учителей пособие строится с учетом школьного курса зоологии и его учебно-воспитательных задач. Естественно поэтому, что в книге для учителя главное место отводится тем группам животного мира и тем «представителям» этих групп, на изучении которых строится школьный курс зоологии, а из них особое внимание уделяется тем объектам, которые могут быть предметом непосредственных наблюдений на экскурсиях, в школьном уголке живой природы, в процессе практических работ на пришкольном участке, на колхозных полях или животноводческих фермах.

Как и в школьном курсе зоологии (но, конечно, на более широкой основе), подбор и освещение излагаемого в книге материала направлены на формирование таких основных понятий, как понятия об историческом развитии животного мира, о взаимосвязи между формой и функцией органов, между организмом и условиями его существования, между строением животного и его образом жизни в определенной среде обитания. Кроме того, в пособии для учителя есть фактический материал для формирования у учащихся понятия об историчности и относительном значении «целесообразности» в строении тела животных, в их окраске и поведении. Наконец, на соответствующем материале

раскрываются роль различных групп животных в жизни человека и пути сохранения и рационального использования природных богатств и повышения продуктивности одомашненных животных.

В книге отведено место и небольшим по объему очеркам о типе губок, типе иглокожих и классе головоногих моллюсков. Как известно, изучение этих групп ныне не входит в программу школьного курса, так как и губки, и иглокожие, и головоногие занимают очень незначительное место в нашей отечественной фауне, стоят в стороне от основных путей развития животного мира от низших форм к двум его вершинам — наземным группам членистоногих и позвоночных — и не имеют у нас промыслового значения. Обходить эти группы молчанием нельзя, тем более что учитель и учащиеся могут встретиться с ними на экскурсиях и в процессе краеведческой работы (пресноводные губки бадяги, ископаемые кораллы, аммониты и белемниты на геологических обнажениях).

Автор счел небесполезным ввести в текст книги и ряд экскурсов в историю науки и на отдельных конкретных примерах показать, какими путями подходили исследователи к разрешению встававших перед ними проблем и загадок, опровергая господствовавшие прежде ошибочные или

неточные представления. В ряде случаев цитируются и подлинные высказывания упоминаемых авторов, характеризующие и их собственные взгляды и ту эпоху, когда они жили и работали. Вероятно, материалы подобного рода помогут учителю оживить и углубить излагаемую на уроках тему. Пусть учащиеся эмоционально ощутят, что зоологическая наука, основы которой они изучают, — это результат кропотливого и упорного труда многих поколений, что те научные истины, которые порой представляются нам самоочевидными, были установлены далеко не сразу и что исследователи шли к ним нелегкими путями, иногда требовавшими самоотверженного презрения к смертельной опасности (работы по изучению переносчиков опасных трансмиссивных заболеваний). А сопоставление того, что было «прежде» и что мы имеем «теперь», помогает учащимся яснее осознать те достижения в области охраны здоровья на-

селения, защиты урожая от вредителей, создания и улучшения пород сельскохозяйственных животных, которыми по справедливости гордится наша Родина.

Остается отметить еще одну особенность, которая характеризует эту книгу как пособие, предназначенное для учителя, — это включение в ее текст некоторых методических рекомендаций, в которых даются указания, что именно и в каком объеме может быть непосредственно использовано в работе с учащимися.

* * *

В целях удобства пользования пособие выходит в двух книгах, составляющих вместе единое целое. В первой книге после вводной статьи («Лягушка») излагается зоология беспозвоночных, а обзор хордовых животных дается во второй книге, завершаемой кратким очерком «Страницы из истории зоологии».

В романе «Отцы и дети» И. С. Тургенев рассказывает, как Базаров, приехав на лето в усадьбу Кирсановых, на следующее же утро захватил с собой двух дворовых мальчуганов и отправился с ними к ближайшему болотцу за лягушками. Ребята были в недоумении, на что приезжему понадобились лягушки. «А вот на что, — ответил Базаров, — я лягушку распластаю да посмотрю, что у нее там внутри делается». Далее Базаров пояснил, что лягушки интересуют его не сами по себе: «Так как мы с тобой те же лягушки, только что на ногах ходим; я и буду знать, что у нас внутри делается». Так «нигилист» Базаров развенчивает принципиальное различие между «венцом творения» — человеком — и презренной лягушкой из болота, сводя к единству строение их тела и их жизненные отправления.

Как известно, тургеневский Базаров — это представитель нового тогда типа «шестидесятников», носителей радикальной идеологии, боровшихся с косностью, с преклонением перед религиозной догмой, с идеалистической философией и тянувшихся к естественным наукам как основе материалистического мировоззрения. В эту эпоху достижения западноевропейской науки находили живейший отклик в кругах разночинной русской интеллигенции, быстро завоевала себе признание только что появившаяся тогда книга Дарвина, и из среды молодого поколения

вскоре выделился целый ряд передовых ученых, оставивших впоследствии крупный след в истории естествознания. Для молодежи того времени занятия естественными науками стали школой материализма (недаром царское министерство народного просвещения вскоре обеспокоилось этим и поспешило изгнать естествознание из средней школы), и здесь, как это верно отметил Тургенев для своего Базарова, лягушка сыграла видную роль, оказавшись наиболее удобным объектом для ознакомления со строением и жизненными отправлениями животного организма, в том числе и высшей нервной деятельностью.

Когда И. М. Сеченов выпустил свою знаменитую книгу «Рефлексы головного мозга», излагавшую физиологическую основу психических процессов, и за пропаганду «учения крайнего материализма» ему грозила судебная кара, то на вопрос, кого из адвокатов он намерен привлечь в качестве защитника, он ответил: «Зачем мне адвокат? Я возьму с собой на суд лягушку и проделаю перед судьями все мои опыты; пусть тогда прокурор опровергнет меня!»

Лягушки распространены повсюду, и их легко добывать и содержать в неволе. Размеры крупной лягушки таковы, что на ней легко могут быть рассмотрены все главные органы; очень проста и техника вскрытия их: нам не придется



Рис. 1. Травяная лягушка.

перерезать каких-либо крупных костей. Во многих отношениях строение тела лягушки действительно напоминает строение нашего собственного тела, и на школьных уроках это облегчает для нас задачу объяснить учащимся значение ее отдельных органов.

Таким образом, именно на лягушке всего легче можно разобраться в строении организма животного, то есть ознакомиться с главнейшими системами его органов и с их значением для жизни целого организма. А это дает нам основу и для понимания организации животных, принадлежащих к другим группам, для сравнения их между собой, для суждения о приспособленности данного организма к тем или иным условиям существования.

Но сложный организм животного не сразу появляется в готовом и законченном виде, а постепенно развивается из яйца, имеющего несравненно более простое строение. Поэтому для понимания строения животного организма мы должны — опять-таки на каком-нибудь определенном примере — проследить и ход его развития. И в этом отношении лягушка опять-таки оказывается чрезвычайно удобным объектом: все ее развитие, начиная

от икринки, идет прямо в водной среде, то есть на наших глазах, а не внутри организма матери и не под скорлупой яйца, как это происходит у большинства других животных.

У нас водится несколько видов лягушек (рис. 1). Об их отличительных особенностях будет сказано в одном из дальнейших разделов, специально посвященном вопросам систематики (том II); в данном же случае принадлежность взятой для изучения лягушки к тому или другому зоологическому виду для нас безразлична: речь идет здесь не о видовых особенностях, а о строении тела «лягушки вообще».

Изучение строения тела лягушки обязательно должно быть проведено на самой лягушке путем ее наружного осмотра и вскрытия: только в таком непосредственном ознакомлении с организацией одного из представителей животного мира и заключается весь смысл работы с лягушкой, составляющей содержание этой вводной главы.

Наружный осмотр и вскрытие лягушки

Инструментами для вскрытия животных служат ножницы с острыми концами, скальпель (его можно заменить острым перочинным ножом или же лезвием безопасной бритвы, лучше вставленным в рукоятку), пинцеты и булавки. Вскрытие мелких животных лучше производить в особой ванночке, сделанной из цинка или оцинкованного железа и по форме похожей на фотографическую ванночку (можно взять и фотографическую ванночку). Чтобы вскрываемых животных можно было прикрепить к дну ванночки булавками, дно ванночки заливают слоем воска или закрывают куском древесной коры. Такая ванночка и инструменты, для вскрытия пригодятся и в дальнейшем для практического ознакомления со строением представителей различных групп животных.

Перед вскрытием лягушку нужно умертвить¹. Для этого примерно за час до ра-

¹ В школьной практике это следует делать до урока и не на глазах у учащихся.

боты лягушку сажают в плотно закрываемую банку и бросают туда комок ваты, смоченной хлороформом или эфиром. Банку закупоривают и держат закрытой около часа. Если нельзя достать хлороформа или эфира, лягушку можно убить иначе: взяв лягушку за задние ноги, ударить ее затылком о край стола.

Внешний осмотр. Уже при внешнем осмотре мертвой лягушки мы можем убедиться, что основой тела животного, придающей ему определенную форму, является скелет. У лягушки скелет внутренних, снаружи его непосредственно не видно, но он легко прощупывается на голове, на спине, в задней части тела и в отходящих от тела конечностях. Особенно велико значение такой твердой опоры при движении животного, что легко наблюдать на живой лягушке.

В теле лягушки мы различаем голову и туловище. Хвостовой отдел у взрослой лягушки снаружи незаметен, но мы найдем его при рассмотрении скелета.

На голове находим глаза, ноздри, широкий рот и по бокам позади глаз пару круглых ушных отверстий, затянутых барабанной перепонкой. Барабанная перепонка — часть органа слуха: она воспринимает звуковые колебания и через посредство крошечной косточки передает их внутреннему уху.

Глаза у лягушки выпученные и торчат над головой. Это имеет для нее двоякое значение: во-первых, лягушка может охватить взором широкое пространство, что для нее важно из-за отсутствия шеи (на убитой лягушке легко убедиться, что голова лягушки может только очень немного поворачиваться в стороны); во-вторых, лягушка проводит много времени в пруду, и тогда ее торчащие глаза высматривают над водой, высматривая добычу и замечая опасность. Конец морды с отверстиями ноздрей при этой позе также выставляется из воды, и это дает сидящей в воде лягушке возможность дышать атмосферным воздухом (рис. 2).

Попробуем надавить на глаз лягушки: он оказывается податливым и опускается под нажимом пальца. Живая лягушка сама таким образом «убирает» свои глаза, защищая их от повреждений, когда ей

приходится пробираться среди зарослей или под камнями.

Переходим к рассмотрению туловища лягушки. В задней части туловища мы находим отверстие клоаки, то есть одно общее отверстие, через которое выводятся из тела и испражнения, и моча, и (во время размножения) половые продукты.

На теле лягушки мы видим две пары конечностей — передние и задние ноги. Конечности имеют несколько подвижных суставов и оканчиваются пальцами. В конечностях лягушки мы различаем те же самые отделы, что и на наших руках и ногах, а именно: плечо, предплечье и кисть — на передних конечностях и бедро, голень и ступню — на задних.

Передние конечности гораздо слабее задних, и при передвижении обе пары ног работают неодинаково. На задних конечностях пальцы соединены между собой плавательной перепонкой, имеющей значение для передвижения в воде, когда лягушка ныряет (вспомним плавательные перепонки на ногах у водоплавающих птиц — утки и гуся).

Внешние покровы тела образует кожа. Кожа у лягушки голая, тонкая и

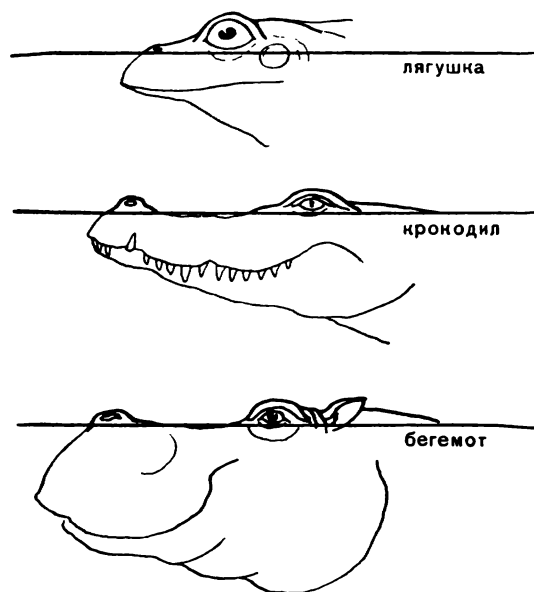


Рис. 2. Головы лягушки, крокодила и бегемота — положение ноздрей и глаз в связи с «земноводным» образом жизни.

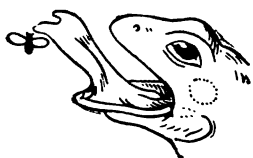


Рис. 3. Движения языка лягушки при ловле добычи.

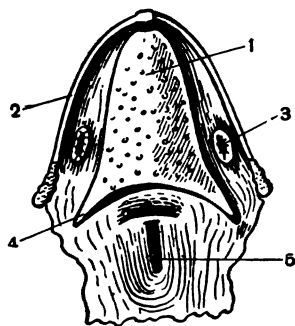


Рис. 4. Дно ротовой полости лягушки:

1 — место прикрепления языка; 2 — нижняя челюсть; 3 — отверстие, ведущее в полость голосового мешка; 4 — свободный край языка; 5 — гортанная щель.

плохо защищает тело от высыхания. Она покрыта слизью и все время поддерживается во влажном состоянии. Поэтому лягушка принуждена держаться более влажных мест, где не так сохнет ее кожа, и должна время от времени погружаться в воду. Здесь вода не только смачивает ее кожу, но через нее впитывается в тело и пополняет в нем убыль от высыхания. Таким образом, погружение тела в воду заменяет лягушке водопой (через рот лягушка воды не пьет).

Влажная и тонкая кожа служит лягушке также добавочным органом дыхания, так как через нее может совершаться газообмен между кровью и наружной средой.

Внешние покровы являются также и носителями окраски животного. Общий тон окраски хорошо скрывает и зеленую и бурую лягушку среди той обстановки, в которой она живет; такая окраска называется покровительственной.

Покровительственная окраска является одним из защитных приспособлений, помогающих животному избегать гибели среди окружающих его со всех сторон опасностей. Но, конечно, это вовсе не значит, что покровительственная окраска спасает от гибели каждую лягушку и все-

гда делает ее невидимой для врагов. Наоборот, только очень немногим лягушкам приходится умирать своей, естественной смертью, а большинство их погибает от цапель, ужей, щук, сомов и других хищников. Но если бы при таком количестве врагов лягушки не имели бы защиты в своей окраске, то они могли бы подвергнуться и полному истреблению. Важно здесь то, что благодаря покровительственной окраске врагам труднее их найти и многие из лягушек (скорее всего такие, у которых окраска лучше, чем у других, подходит к цвету почвы или зелени) остаются незамеченными, продолжают жить и размножаться, передавая потомству и свою покровительственную окраску. Спасает лягушек от истребления и их большая плодовитость, быстро пополняющая тот урон, который наносят им хищники.

Внутренние органы. Рассмотрение внутренних органов начнем с ротовой полости. Рот лягушки захватывает добычу, и ротовая полость является начальным отделом пищеварительной системы.

С помощью пинцета раскройте рот лягушки. Рассмотрите положение и устройство языка, вытянув его пинцетом: язык у лягушки, в отличие от нашего, запрокинут назад, поверхность языка клейкая. При таком устройстве язык служит лягушке для ловли добычи (рис. 3).

Подобравшись к насекомому, лягушка раскрывает пасть, выбрасывает язык вперед и ударяет им свою добычу; насекомое прилипает к клейкому языку, и тогда лягушка втягивает язык обратно в рот.

Проведя пальцем по верхней челюсти и по нёбу лягушки, вы можете нащупать здесь мелкие зубы. Такие зубы служат не для жевания, а для удерживания живой, вырывающейся добычи.

Введите жесткую щетинку (от щетки) в носовое отверстие, и вы увидите, что носовая полость у лягушки соединяется с ротовой: конец щетинки покажется через задние носовые отверстия, или хоаны.

Найдите в задней части глотки другую пару отверстий — евстахиевы трубы. Если проколоть снаружи барабанную пе-

репонку, то конец иглы выйдет в глотку через евстахиеву трубу. Значит, евстахиева труба соединяет полость уха с полостью рта.

В глубине раскрытой полости глотки находится отверстие пищевода, через которое захваченная добыча проходит в желудок. Оно раскрывается только при глотании, и его можно обнаружить, просовывая туда кончик карандаша или сложенные вместе концы пинцета. Под ним видна узкая продольная щель гортани, через которую воздух при дыхании проходит в легкие и обратно (рис. 4).

Чтобы рассмотреть другие органы, нужно произвести вскрытие лягушки. Но прежде чем к нему приступить, определите, какого пола взятая вами лягушка — самец это или самка. Распознавательный признак вы найдете на передних лапках: у самцов на ладонной стороне внутреннего пальца имеется вздутая шероховатая подушечка (см. рис. 15), а у самок такой подушечки нет. (О значении этих подушечек см. стр. 20.)

Положите лягушку спиной вниз на дно препаровальной ванночки и распяльте ее булавками, проткнув булавки через конечности и через самый кончик морды¹.

Тонкую, легко оттягивающуюся кожу лягушки разрежьте ножницами по двум направлениям: сначала вдоль брюха — от клоаки до переднего конца, а потом в поперечном направлении — от одного плеча к другому. Оттяните лоскуты кожи в стороны, отделяя кожу от мяса кончиком скальпеля или острого ножа, и приколите их булавками по сторонам тела.

Теперь вскрывайте обнаженную от кожи мускульную стенку тела.

Острием ножниц проколите эту стенку у заднего конца тела, остерегаясь повредить лежащие под ней внутренности. Заметьте просвечивающий по средней линии вдоль брюха синеватый кровеносный сосуд (вену) и ведите разрез вдоль него, но чуть правее, чтобы его не прорезать и не

залить препарат кровью. Когда вы дойдете до груди, ваши ножницы встретят твердые скелетные части — кости и хрящи плечевого пояса, поддерживающего скелет передних конечностей. Эти косточки и хрящи также нужно перерезать и довести разрез до головы.

Кончив продольный разрез, приподнимите пинцетом ту половину мышечной стенки, на которой осталась неповрежденная брюшная вена, и постарайтесь осторожно отделить ее кончиком ножа от мускулов так, чтобы она осталась внутри и легла вместе с другими внутренностями. Затем (все время приподнимая стенки тела пинцетом!) сделайте на брюхе, ближе к заднему концу, два поперечных разре-

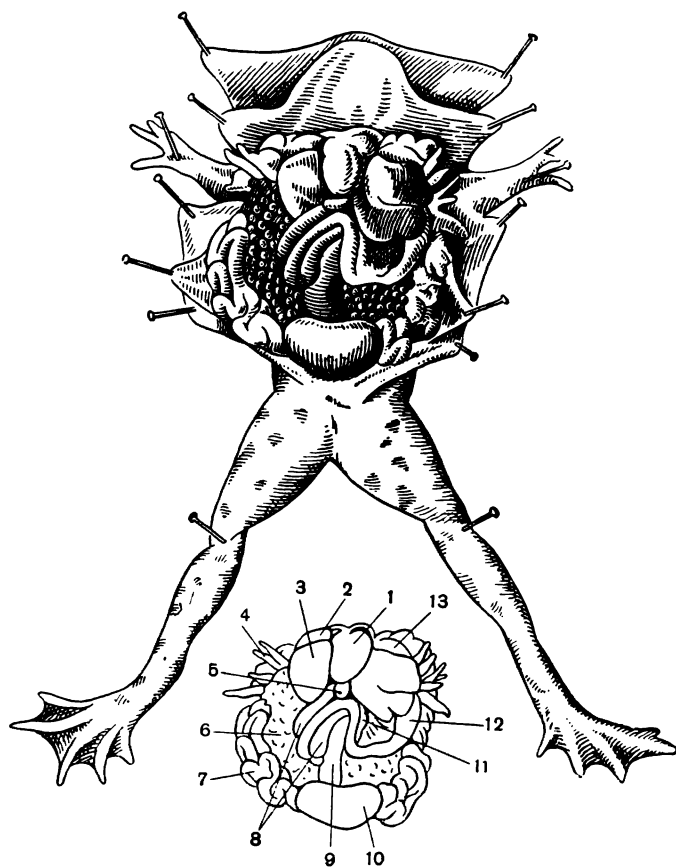


Рис. 5. Вскрытая лягушка (самка):

1 — сердце; 2 — правое легкое; 3 — печень; 4 — жировое тело; 5 — желчный пузырь; 6 — яичник; 7 — яйцевод; 8 — тонкая кишка; 9 — толстая кишка; 10 — мочевого пузыря; 11 — поджелудочная железа; 12 — желудок; 13 — левое легкое.

¹ Если нет препаровальной ванночки, лягушку придется приколоть просто к дощечке, но это менее удобно: в ванночке мы можем производить вскрытие под водой — тогда внутренние органы не будут слипаться и разобраться в них будет легче.

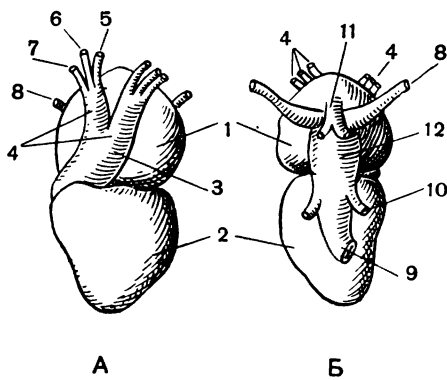


Рис. 6. Сердце лягушки:

А — с брюшной; Б — со спинной стороны; 1 — предсердие; 2 — желудочек; 3 — артериальный ствол; 4 — ветви артериального ствола; 5 — сонная артерия; 6 — начало аорты; 7 — кожно-легочная дуга; 8 — верхняя полая вена; 9 — нижняя полая вена; 10 — печеночная вена; 11 — легочная вена; 12 — венозный синус.

за — в правую и в левую стороны. Теперь брюшная стенка разделилась у вас на четыре лоскута. Отверните эти лоскуты в стороны и прикрепите их булавками ко дну ванночки.

Налейте в ванну воды и рассмотрите вскрытую полость тела с лежащими в ней внутренними органами (рис. 5).

На уровне плечевого пояса вы найдете сердце (рис. 6), просвечивающее через прозрачные стенки одевающей его околосердечной сумки (ее нужно осторожно вскрыть). Нижняя часть сердца, обращенная вершиной назад, есть желудочек сердца; он кажется бледным по сравнению с более темными предсердиями (предсердий у лягушки два, но разделения этого снаружи не видно).

Вперед от сердца идет толстый, но короткий кровеносный сосуд — артериальный ствол; он начинается от желудочка, проходит мимо предсердий и тотчас же разделяется на две дуги — правую и левую. По этим сосудам идет кровь от сердца (рис. 7).

Теперь приподнимите нижний конец сердца (желудочек) и под ним, на его спинной стороне найдите венозную пазуху, куда из больших вен, идущих с разных концов тела, поступает кровь, прежде чем попасть в правое предсердие.

К левому предсердию подходит особый сосуд — легочная вена, приносящая кровь от легких.

При вскрытии часто можно наблюдать, что сердце убитой лягушки начинает биться (особенно если слегка щипать нинцетом его кончик). Больше того, сердце продолжает сокращаться и в том случае, когда оно совсем вырезано из тела. Это возможно потому, что в стенках сердца есть свои нервные центры, управляющие движениями его мускулов.

Легкие вы найдете по обеим сторонам сердца в виде двух тонких и мягких сероватых мешочков (рис. 8). Чтобы лучше их рассмотреть, можно вставить тонкий кончик оттянутой стеклянной трубочки в гортанную щель лягушки и через трубочку надуть легкие воздухом. Легкие — основной орган дыхания лягушки (рис. 9).

Проследите и отпрепарируйте кишечник с его придатками. Большой темно-

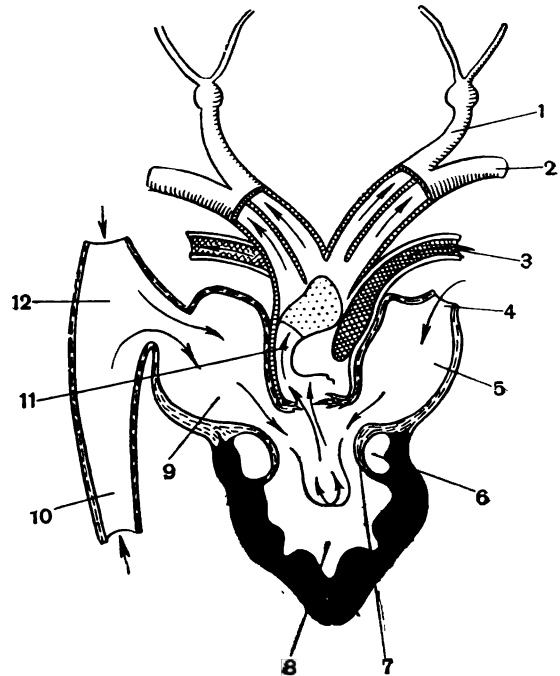


Рис. 7. Схема строения сердца лягушки:

1 — сонная артерия; 2 — артериальная дуга; 3 — легочная дуга; 4 — отверстие легочной вены; 5 — левое предсердие; 6 — отверстие клапана; 7 — клапан; 8 — желудочек; 9 — правое предсердие; 10 — полая вена; 11 — край луковицы аорты; 12 — венозный синус.

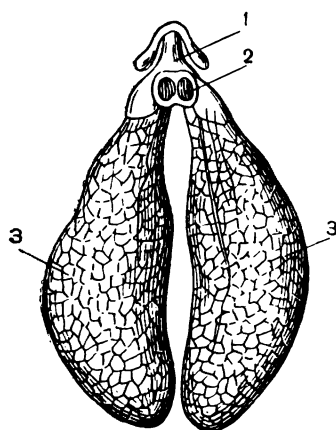


Рис. 8. Дыхательная система лягушки:

1 — подъязычная кость; 2 — гортань; 3 — легкое.

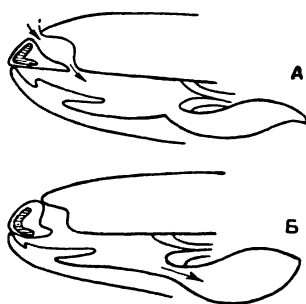


Рис. 9. Схема дыхательных движений лягушки:

А — дно рта опущено, воздух втягивается через ноздри; Б — дно рта поднимается, ноздри закрываются, воздух проталкивается в легкие.

красный орган в передней части брюшной полости — это печень; отверните ее вперед и найдите под ней темный шарик — желчный пузырь (в него собирается выделяемая печенью желчь, прежде чем попасть через желчный проток в кишку). Рассмотрите положение желудка (он почти весь был прикрыт печенью). За желудком идет длинная извилистая тонкая кишка, которая затем переходит в толстую кишку — короткую и прямую трубку зеленоватого цвета. Постепенно распутайте петли кишки, приподнимая их пинцетом и осторожно подрезая одевающую и связывающую их оболочку — брыжейку. Найдите в петлях кишки: 1) поджелудочную железу — плотный продолговатый орган желтоватого цвета, 2) маленькую красную селезенку (орган, не имеющий прямого отношения к работе кишечника, а только рядом с ним расположенный).

Кишечник является продолжением ротовой полости и вместе с ней и со всеми своими придатками составляет пищеварительную систему животного. К ней также принадлежат печень и поджелудочная железа, выделяющие пищеварительные соки, которые по общему протоку вливаются в тонкую кишку. Кишечник у лягушки оканчивается отверстием клоака, через которое извергаются наружу непереваренные остатки пищи.

В самой задней части брюха найдите мочевой пузырь, куда соби-

рается моча, выделяемая почками (сами почки лежат глубже, и их пока еще не видно).

Если взятая для вскрытия лягушка была самкой, то среди внутренностей вы увидите очень объемистые органы размножения. Они состоят из пары темно-желтых или желтоватых яичников, имеющих зернистое строение, и из пары белых извилистых трубок — яйцеводов. Задние концы яйцеводов открываются в клоаку (рис. 10).

У самцов органы размножения занимают гораздо меньше места и связаны с почками.

Чтобы добраться до почек, удалите весь кишечник: приподняв пинцетом желудок, прорежьте ножницами пищевод, а затем, подрезая, где нужно, брыжейку, выньте и отложите в сторону желудок и кишки. На спинной стороне тела по бокам позвоночника вы увидите пару темно-красных продолговатых почек; они выделяют мочу, которая по тонким мочеточникам стекает в клоаку.

У самцов (рис. 11) рядом с почками лежат органы размножения — семенни-

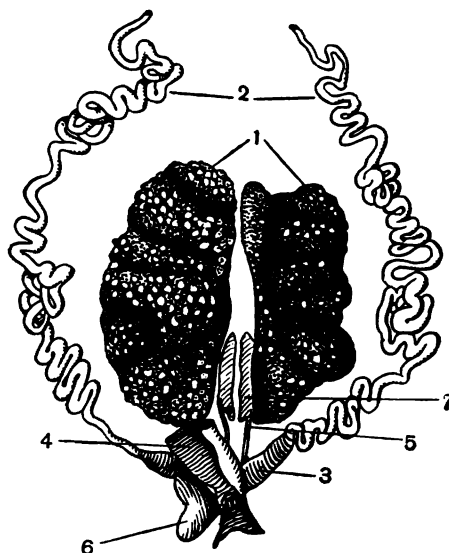


Рис. 10. Мочеполовые органы самки лягушки:

1 — яичники; 2 — яйцеводы; 3 — матка; 4 — отрезок прямой кишки; 5 — мочеточники и (над ними) почки (7); 6 — мочевой пузырь.

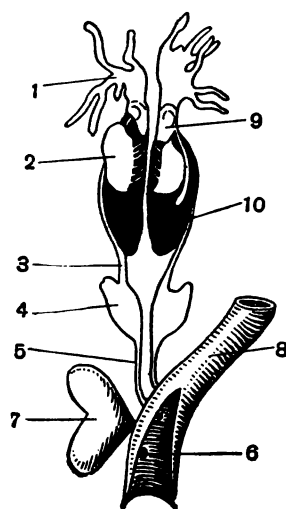


Рис. 11. Мочеполовые органы самца лягушки:

1 — жировые тела; 2 — семенники; 3 — мочесеменные каналы; 4 — семенные мешочки; 5 — отходящие от них семенозвергательные каналы; 6 — клоака; 7 — мочевой пузырь; 8 — отрезок задней кишки; 9 — надпочечники; 10 — почки.

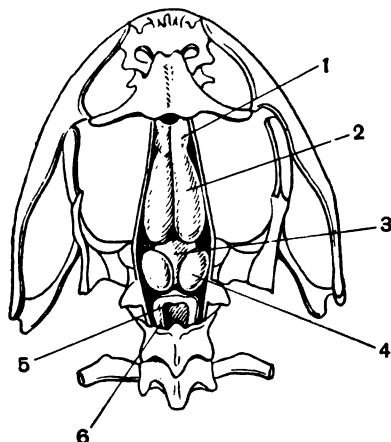


Рис. 12. Головной мозг лягушки в черепной коробке:

1 — обонятельные доли; 2 — полушария переднего мозга; 3 — промежуточный мозг; 4 — зрительные доли; 5 — мозжечок; 6 — продолговатый мозг.

ки, похожие на семена бобов. Их выводные протоки идут через почку, а затем половые продукты попадают в мочеточник. (О мужских и женских половых продуктах будет подробнее сказано далее — в статье о размножении лягушки.)

Удалите из полости тела все органы и обнажите ее верхнюю (спинную) стенку. Рассмотрите просвечивающий вдоль тела позвоночник — скелетную основу тела —

и беловатые спинномозговые нервы, отходящие попарно от спинного мозга в промежутках между отдельными позвонками (сам спинной мозг скрыт от нас позвоночником).

Отпрепарируйте головной мозг. Для этого выньте лягушку из ванночки и снимите кожу с передней части спины и с головы. Затем, нагнув голову лягушки вперед, найдите на перегибе место, где череп сочленяется с позвоночником. Возьмите ножницы, осторожно проколите острием натянувшуюся на месте сгиба перепонку и, держа ножницы в горизонтальном положении, разрежьте боковые стенки черепа сначала с одной стороны, затем с другой (эти разрезы нужно вести почти прямо вперед). Отверните верхнюю крышку черепа пинцетом и удалите ее прочь.

Мозг в черепе одет еще мягкой оболочкой, которую нужно осторожно снять, чтобы видеть подробности его строения.

Рассмотрите отдельные части мозга (рис. 12). Передний мозг состоит из двух мозговых полушарий, вытянутых спереди в обонятельные доли. За передним мозгом следует промежуточный мозг, а за промежуточным — средний мозг (не смешивать эти два названия!), разделяющийся у лягушки на две округлые зрительные доли (от них сразу отходят зрительные нервы к глазам, перекрещиваясь в виде буквы X). Позади них находится мозжечок, имеющий здесь вид тоненькой поперечной полоски, а за ним следует продолговатый мозг, постепенно сужающийся и переходящий в спинной мозг. По бокам от головного мозга отходит несколько пар головных нервов.

Спинной мозг идет вдоль позвоночника и защищен сверху костными дугами позвонков, образующими как бы сводчатый коридор-канал, в котором и помещается спинной мозг.

Чтобы обнаружить спинной мозг (рис. 13), нужно сперва снять кожу со всей спины лягушки, очистить здесь мускулы, а затем осторожно кончиками ножниц срезать дуги всех позвонков. Отходящие от спинного мозга спинномозговые нервы мы уже видели, рассматривая позвоночник снизу.

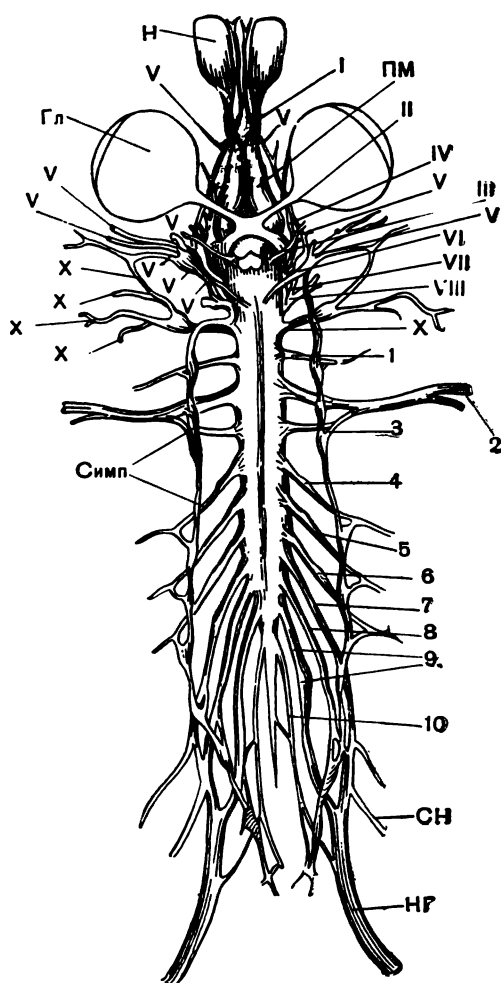


Рис. 13. Нервная система лягушки (вид с брюшной стороны):

ПМ — передний мозг (полушария); Н — носовые мешки; Гл — глаза; I—X — головные нервы (I — обонятельные, II — зрительные, V — тройничные); 1—10 — спинномозговые нервы; СН — седалищные нервы; НГ — нервы голени; Симп. — симпатическая нервная система.

Положите лягушку снова в ванночку в прежнем положении; рассмотрите толстые нервы, идущие в задние конечности, и постарайтесь, раздвигая мышцы, проследить путь нерва далее. Ущипните этот нерв: если лягушка была убита недавно, то в результате такого раздражения нерва произойдет сокращение тех мускулов, к которым он идет, и лапка лягушки дернется.

Головной и спинной мозг вместе с отходящими от них нервами образуют нервную систему животного. Эта

система органов устанавливает связь животного с окружающей средой, согласует работу отдельных его органов и определяет его поведение.

Обратите внимание на сильное развитие мускулатуры на задних ногах лягушки. При передвижении лягушки главная работа падает как раз на долю задних ног: ими она с силой отталкивается при прыжках по земле, ими же она действует и ныряя в воде. Таким образом, сила мышцы связана с ее толщиной.

После вскрытия лягушки рассмотрите (лучше на готовом препарате) скелет этого животного (его вы отчасти прощупывали при наружном осмотре). Он состоит из отдельных костей, и многие из этих костей сочленяются между собой подвижно. Обратите внимание на хвостовой отдел позвоночника, который у лягушки сросся в одну заостренную сзади хвостовую косточку, которая помещается как раз в рамке между тазовыми костями и поэтому не заметна при наружном осмотре.

Клеточное строение животного организма

При помощи микроскопа можно обнаружить, что тело животного, как и тело растения, имеет клеточное строение.

Если живую лягушку посадить в банку с небольшим количеством воды, то в ней скоро появятся прозрачные пленки — это лоскутки верхнего слоя кожи, который слинял у лягушки. Рассматривая такой лоскуток под микроскопом, можно видеть, что он состоит из множества клеток многоугольной формы, тесно прилегающих друг к другу. Все такие клетки, выстилающие поверхность тела лягушки, образуют ее наружную покровную ткань (рис. 14). Чтобы картина была яснее, кожу сначала выдерживают минут 15—20 в блюдечке с разведенными лиловыми чернилами: от них прокрашиваются и яснее выступают клеточные ядра.

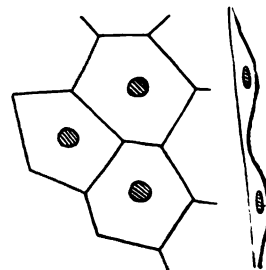


Рис. 14. Клетки кожи лягушки.

Рассматривая под микроскопом каплю крови, взятую от живой лягушки и покрытую сверху покровным стеклышком, можно видеть, что кровь состоит из бесцветной кровяной жидкости, в которой плавают многочисленные продолговатые, округлые красные кровяные тельца (см. рис. 22); они разносят по телу кислород, входящий в состав их красящего вещества. Это также клетки тела, а более светлое пятнышко, которое просвечивает в середине такой клетки, — это клеточное ядро. Кроме красных телец, в крови имеются также бесцветные и не имеющие определенной формы белые кровяные тельца.

Все остальные органы животных также обнаруживают клеточное строение. Клетки могут быть очень разнообразной формы в зависимости от выполняемой ими функции. Так, мышцы состоят из очень удлинённых клеток, имеющих форму волокон; нервные клетки имеют сильно ветвистую форму; хрящевые клетки расположены небольшими группами среди выделенного ими упругого и прочного вещества.

Клетки, имеющие сходную форму и расположенные вместе, образуют в организме различные ткани: покровную, соединительную, мышечную, или мускульную, нервную, хрящевую, костную. Каждая такая ткань выполняет в организме свою определенную функцию, которая соответствует ее строению. Кровь также составляет одну из тканей тела.

У растений клеточное строение было открыто еще в XVII веке, как только был изобретен микроскоп. Однако ученые того времени обращали внимание только на стенки клеток, сравнивая их с пчелиными сотами, и еще не знали ни протоплазмы, ни ядра, то есть самых важных — живых — частей клетки. Только в 1838 году два немецких ученых, ботаник Шлейден и зоолог Шванн, доказали, что и животные и растительные организмы состоят из клеток, то есть что в основном их строение оказывается одинаковым, несмотря на все их внешние различия. Ворона и крапива, корова и яблоня сходны между собой тем, что все они одинаково имеют клеточное строение (сравним ме-

жду собой микроскопические препараты кожицы лягушки и кожицы лука).

Это открытие имело огромное значение для дальнейшего развития науки и для понимания единства всего органического мира — и растительного и животного.

Основные системы органов животного

Повторим теперь все, что мы узнали на примере лягушки о строении животного организма.

Мы видели в теле лягушки много различных органов, то есть таких частей, которые имеют какое-либо свое, особое отправление, выполняют какую-либо определенную функцию, необходимую для жизни целого организма. Лягушка принадлежит к числу животных, имеющих сложное строение, и у нее однородные или близкие по своей функции органы образуют вместе систему органов: мы говорим о кровеносной системе, куда входят и сердце, и все отходящие от него сосуды, и протекающая по ним кровь; говорим о нервной системе, куда входят головной и спинной мозг вместе со всеми отходящими от них нервами, и т. д.

Теперь мы должны уяснить себе, какие же системы органов мы видели у лягушки, как они связаны между собой в своей работе и какое значение имеет каждая из них в жизни целого организма.

1. В отличие от растений, которые питаются минеральными веществами из почвы и углеродом из атмосферного углекислого газа, животным приходится питаться веществами сложного химического строения, которые образуются в организме растений или в переработанном виде составляют тело других животных. Следовательно, животному приходится искать себе корм, двигаться за ним, а иногда и преследовать свою добычу.

И мы видим у лягушки костно-мышечную систему, выполняющую работу по передвижению тела. Мышцы прикрепляются своими концами к двум отдельным костям и при сокращении приводят их в движение: животное поворачивает свое тело, ползает, прыгает или плавает.

2. Сам по себе, без мышц, скелет не может двигаться. Но и мышцы, прикрепленные к скелету, также не производят сокращений самопроизвольно. Они сокращаются под влиянием возбуждений, передаваемых к ним нервами, идущими от мозга. Животное производит движение, когда видит или чувствует добычу, когда замечает опасность, чувствует боль и т. д. Значит, способность к движению у животного зависит не только от мускулатуры и скелета, но и от нервной системы, а самое наличие этих органов (которых нет у растений) в первую очередь обусловлено животным типом питания.

3. Отыскивая корм или преследуя добычу, животное движется вперед. Поэтому тело его должно было получить такое строение, при котором мы можем различить передний и задний концы, правую и левую стороны. При этом правая и левая стороны почти всегда бывают симметричны, то есть одна представляет как бы зеркальное отражение другой. Значение такой симметрии будет нам понятно, если мы вспомним, как бывают устроены наши искусственные средства передвижения — телега, сани, лодка, автомобиль, паровоз, пароход, самолет: на них мы также видим передний и задний концы и симметричные между собой правую и левую стороны. (Как бы пошла телега, если бы на одной стороне ее колеса были мельче, чем на другой?) У неподвижных, укоренившихся в почве растений мы различаем верх и низ, но не находим переднего и заднего концов, правой и левой сторон, как у большинства животных.

4. Животные, как мы уже сказали, питаются растительным и животным кормом, то есть уже готовыми органическими веществами. Но в отличие от незеленых растений (например, грибов), которые питаются органическими веществами только в виде жидких растворов, животные поглощают свою пищу главным образом в нерастворенном виде, либо целиком, либо кусками. В таком виде пищевые вещества не могут дойти до отдельных тканей и клеток тела, которые в них нуждаются. В связи с этим у животных должна была выработаться довольно сложная пищеварительная

система. Ртом животные высших групп захватывают корм, иногда измельчают его зубами, обволакивают слюной и направляют его через глотку и пищевод в расширенный отдел кишечника — желудок. Здесь выделяемый стенками желудочный сок начинает переваривать пищу, то есть обращать ее в жидкое состояние. Из желудка пища проходит в тонкую кишку, куда общим протоком вливаются желчь из печени и сок поджелудочной железы. Под действием этих соков в кишке продолжается переваривание пищи. Сокращениями мышц, залегающих в стенках кишки, пища продвигается по кишечному тракту дальше и проходит в толстую кишку. В кишках переваренные части пищи через стенки кишечной трубки попадают в сосуды кровеносной системы (их хорошо видно между прозрачными листками брыжейки), а кровь разносит питательный материал ко всем тканям тела. Непереваренные остатки извергаются вон через прямую кишку и отверстие клоаки (или, как у большинства других животных, через особое заднепроходное отверстие).

5. Жизненные процессы ассимиляции и диссимиляции, то есть усвоения и распада, проходят во всех тканях тела; всем живым клеткам необходимы питательные вещества и кислород; все клетки в результате своей жизнедеятельности выделяют углекислоту и азотистые продукты распада. Однако непосредственной связи с внешней средой клетки различных органов тела не имеют. Посредником между различными органами тела и внешней средой у более высокоорганизованных животных служит жидкая внутренняя среда. Ее составляют, во-первых, межклеточная жидкость, заполняющая мельчайшие промежутки между отдельными клетками, и, во-вторых, кровь, совершающая круговое движение в теле по сложной сети сосудов кровеносной системы. Обмен веществ в теле многоклеточного животного происходит между клетками тела и внутренней средой организма.

Кровеносная система состоит из сердца — мускульного мешка, своими

сокращениям приводящего кровь в движение, — и из отходящих от него кровеносных сосудов. Сосуды, по которым кровь идет от сердца к каким-либо органам, называются артериями; сосуды, несущие кровь от различных органов к сердцу, называются венами. Из артерий в вены кровь попадает (у высших животных) через густую сеть мельчайших разветвлений кровеносной системы — капиллярных сосудов (капилляров). Через тонкие, проницаемые стенки капилляров кровь приходит в близкое соприкосновение с межклеточной жидкостью, а через нее и с клетками различных тканей. Здесь, в капиллярах тела, кровь отдает тканям принесенный ею от кишечника питательный материал и принесенный от легких кислород, здесь же одновременно кровь получает из тканей и уносит с собой продукты распада — углекислоту и азотистые вещества. Углекислота затем будет выделена кровью в легочных капиллярах (где вместе с тем кровь обогатится кислородом), а азотистые продукты распада будут выделены в виде мочи через почки.

Кровь, побывавшая в органах дыхания, выделившая там углекислый газ и обогатившаяся кислородом, называется артериальной; кровь, побывавшая в тканях тела, отдавшая там свой кислород и захватившая оттуда углекислоту, называется венозной. К кровеносной системе имеет близкое отношение селезенка — орган, в котором вырабатываются белые кровяные тельца.

6. Дыхательная система, как мы уже видели, теснейшим образом связана в своей работе с кровеносной системой. У лягушки она состоит из дыхательных путей, через которые воздух попадает в легкие¹, и самих легких — органа воздушного дыхания. Добавочным органом дыхания у лягушки служит ее влажная кожа, к которой идут ответвления легочной артерии. Газообмен

¹ У лягушки этот отдел очень короток: он состоит из гортани, гортанной щели и следующей за ней небольшой камеры, которая соответствует трахее наземных позвоночных, обладающих более или менее развитой шеей.

через кожу может происходить и в атмосферном воздухе и в воде. У животных, живущих в воде, как правило, газообмен совершается через особые тонкостенные выросты на теле — жабры.

7. Выделительная система, как и дыхательная, также тесно связана с кровеносной системой. У позвоночных животных она состоит из пары почек, мочеточников и мочевого пузыря. Кровь заходит в почки по почечным артериям и уходит по почечным венам.

8. Кожа образует общий наружный покров тела. Он имеет прежде всего защитное значение для целого организма, предохраняя остальные ткани от вредных влияний внешней среды. В частности, он защищает организм от проникновения гнилостных и болезнетворных бактерий (вспомним нагноение ран, где целостность кожного покрова оказалась нарушенной). Далее, покровы тела, которые первыми встречаются с внешней средой, несут в себе окончания чувствительных нервов и служат органом осязания. Кроме того, как мы это видели на лягушке, наружные покровы могут нести дыхательную и выделительную функции. Кожные выделения могут быть едкими (например, у жабы), и тогда они защищают животное от хищников. Наконец, в клетках кожи откладываются красящие вещества, от которых зависит общая окраска животного, которая обыкновенно также имеет защитное значение.

9. В нервной системе мы различаем: 1) центральный орган — головной и спинной мозг, составляющие единое целое, 2) отходящие от мозга периферические нервы и 3) органы чувств (зрения, слуха, обоняния, осязания, вкуса), связанные с чувствительными периферическими нервами.

Кроме того, с периферическими нервами связаны небольшие нервные узлы, рассеянные в различных внутренних органах тела. Такие узлы дают отдельным органам некоторую самостоятельность действий. Поэтому, как мы видели, вырезанное сердце лягушки продолжает некоторое время сокращаться, хотя оно и потеряло связь с центральной нервной системой.

Мы уже видели, что нервная система имеет теснейшую связь с той способностью к сложным движениям, которой обладают животные и которая, в свою очередь, связана с особенностями их питания: в отличие от растений, животные не могут питаться минеральными веществами и им приходится отыскивать себе корм, двигаться за ним, брать или схватывать его и затем заглатывать. Основная особенность нервов — это их способность воспринимать и передавать возбуждения, идущие либо от внешней среды к мозгу, либо от мозга к мышцам. Нервы имеют волокнистое строение. Те нервные волокна, которые оканчиваются в коже или в каком-либо из органов чувств, передают к мозгу раздражения, идущие от внешней среды, это так называемые чувствующие волокна (из таких волокон состоят нервы зрительные, обонятельные, слуховые). Нервные волокна, оканчивающиеся в мышцах, передают мышцам возбуждения, идущие от мозга, и этим вызывают сокращения мышц: мышца производит движение. Такие волокна называют двигательными. В центральном органе нервной системы, то есть в спинном и головном мозге, которые составляют одно целое, устанавливаются различные связи и комбинации возбуждений, проводимых чувствующими и двигательными волокнами. Поэтому мозг является органом, который регулирует совместную работу остальных органов тела и позволяет животному приспосабливать свое поведение к окружающим его условиям: находить и схватывать добычу, спасаться от опасностей и т. д.

Такое строение мозга, какое мы видим у лягушки, в основных чертах повторяется и у высших позвоночных животных, вплоть до самого человека. И у них есть полушария переднего мозга, промежуточный и средний мозг, мозжечок и продолговатый мозг. Но у высших животных мозжечок и полушария развиты сильнее, чем у лягушки. Особенно сильно развиты мозговые полушария у человека: они у него составляют главную массу головного мозга и имеют более сложное строение по сравнению с любым животным. С развитием мозговых полушарий связано и раз-

витие высших форм нервной деятельности — психических способностей. У собаки или у вороны они гораздо выше, чем у лягушки, а у человека несравненно выше, чем у всякого животного. В основе человеческого поведения лежит высшая форма нервной деятельности — сознание и мышление.

10. Все части организма, как мы видели, тесно связаны друг с другом в своей работе и составляют единое целое — организм (в данном случае — лягушку). Правда, отдельные органы и ткани и даже отдельные клетки могут некоторое время жить и вне организма, как это мы могли наблюдать на вырезанном сердце лягушки. Однако поддерживать жизнь таких отделенных от организма частей возможно только в особых, искусственно создаваемых условиях: сами по себе выделенные из тела органы и ткани остаются живыми только очень короткое время.

Взаимодействие между различными частями сложного организма имеет огромное значение для существования животного. Если животное умирает, то происходит это не потому, что одновременно умирают все его ткани, а потому, что нарушается сложная связь между отдельными частями его тела.

Возможность хотя бы кратковременной жизни отдельных органов и тканей вне организма обнаружена не только у животных, но и у человека. Это еще лишний раз опровергает религиозное учение о «душе». Если бы мы признали существование особой «души», от которой будто бы зависит жизнь тела, то нам не удалось бы объяснить, каким образом могут оставаться живыми отдельные части, вырезанные из мертвого организма, у которого «душа» уже покинула тело. Приписывая жизненные проявления присутствию особой «души», мы должны были бы принять, что свои отдельные «души» есть у каждого органа, у каждой ткани, у каждой клетки тела, раз они способны хоть сколько-нибудь времени жить отдельно от организма.

11. Своё особое значение имеет половая система, или система органов размножения. Все ранее рассмотренные системы органов необходимы для су-

ществования каждой отдельной особи. Но без органов размножения животное может прожить, вспомним, например, волов, меринов и валухов, то есть кастрированных быков, жеребцов и баранов, у которых вырезаны и удалены семенники. Органы размножения поддерживают существование вида и обеспечивают непрерывность жизни в ряде сменяющих друг друга поколений. Каждый отдельный организм в результате совершающихся в нем изменений неизбежно приближается к концу своего существования. «Жить — значит умирать» — так выразился Энгельс. Организм умирает; остаются жить его потомки, развившиеся из его половых клеток.

Развитие лягушки

Половые клетки, дающие начало новой особи, отделяются от родительского организма в половых железах — в семенниках и в яичниках. Лягушки, как и большинство других животных, раздельнополы, то есть у них есть самцы и самки. Однако существуют и такие животные, у которых нет деления на самцов и самок, а семенники и яичники находятся в теле одной и той же особи. Таких обоеполых животных называют гермафродитами (сюда относятся, например, наши улитки и дождевые, или земляные, черви).

Яйца и сперматозонды. Мужские и женские половые клетки сильно разнятся между собой. Мужские клетки очень мелкие и обладают подвижностью, они называются живчиками или сперматозоидами. Женские клетки — яйца — гораздо крупнее мужских, так как в них отложено некоторое количество желтка — питательного материала, за счет которого развивается будущий зародыш. Яйца имеют округлую форму и не способны к самостоятельному движению. Новая особь, как правило, развивается из яйца после того, как оно будет оплодотворено сперматозоидом, то есть после слияния мужской и женской клеток.

При помощи микроскопа легко можно наблюдать движение живых сперматозоидов. Для этого семенники от свежесобранного взрослого самца лягушки нужно положить в блюдечко с небольшим количеством во-

ды, а затем разрезать и растрепать их, пока жидкость не станет молочно-мутной. Капельку этой жидкости переносят пипеткой на предметное стекло, накрывают покровным стеклышком и рассматривают при сильном увеличении.

Икрометание у лягушек. Весной у лягушек под влиянием физиологических изменений в их теле пробуждается стремление к размножению. Лягушки собираются большими скопищами в водоемах. Из канав и небольших прудков слышится ворчащий звук («о-о-о-о-о»), издаваемый бурными травяными лягушками-самцами, а из более крупных прудов и озер доносится громкое кваканье самцов зеленых



Рис. 15. Передняя лапка самца лягушки.

лягушек. В это время начинается спаривание лягушек: самец своими передними лапами (рис. 15) схватывает самку сзади и сильно сдавливает ее бока. Такое сдавливание способствует продвижению созревших яиц по яйцеводам к отверстию клоаки. Те вздутые и несколько шероховатые бородавчатые, которые мы видели на лапках самцов, помогают самцу удерживать самку с ее гладкой и скользкой кожей.

В тот момент, когда яйцевая клетка выходит из клоаки самки, она бывает одета тонким слоем слизи, выделенной стенками яйцевода (также яйца, одетые только слизистой, или студенистой, оболочкой и не имеющие скорлупы, обыкновенно называют икрой). Самец в это время выпускает в воде прямо на прыжки свои половые продукты — так называемую семенную жидкость, в которой плавает множество подвижных сперматозоидов. Сперматозоиды проникают через слизистую оболочку к самой яйцевой клетке, и один из них внедряется в нее. Здесь ядро сперматозоида сливается с ядром яйцевой

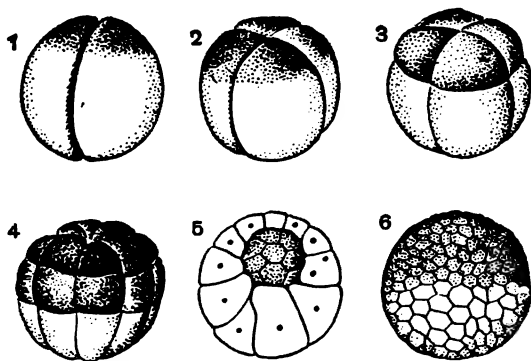


Рис. 16. Дробление яйца лягушки:

1—5 — начальные стадии (5 — в разрезе); 6 — стадия морулы («тутовой ягоды»).

клетки и из двух клеток получается одна — оплодотворенное яйцо: это уже одноклеточный зародыш лягушки.

Слизистый слой, одевающий поверхность каждой икринки, в это время разбухает от воды и образует прозрачную и очень скользкую студенистую массу, хорошо защищающую икру от поедания хищниками.

Дробление яйца. В свежееотложенной лягушачьей икринке тот темный шарик, который виден внутри прозрачной студенистой оболочки, — это пока только одна клетка — оплодотворенное яйцо. Мы можем сказать, что на этой ступени развития лягушка имеет строение одноклеточного организма.

В яйце мы можем различить более темную и более светлую стороны. В темной половине находится ядро, а светлая нагружена крупинками тяжелого желтка и потому всегда бывает обращена вниз. По-

этому черхняя, темная сторона с ядром сильнее прогревается солнцем.

Спустя час после оплодотворения яйцо начинает дробиться (рис. 16). На его верхней стороне появляется борозда, которая постепенно углубляется и продолжается на нижнюю сторону. Внутри яйца в это время происходит деление ядра. В результате вместо одной клетки оказываются две, разделенные между собой тонкой перегородкой и имеющие каждая свое клеточное ядро.

Приблизительно через час после первого дробления на яйце появляется вторая борозда, также идущая от верхнего полюса к нижнему, но уже под прямым углом к первой борозде. В результате яйцо оказывается разделенным на четыре одинаковые дольки — четыре отдельные клетки.

Еще через некоторое время намечается новая, третья борозда дробления, идущая уже в горизонтальной плоскости и ближе к верхнему полюсу. Теперь зародыш состоит из восьми клеток, а из них четыре верхних отличаются от нижних меньшими размерами.

Деление клеток продолжается и далее сначала в вертикальном направлении, а затем в горизонтальном, так что часов через 6—8 после откладки икры каждый зародыш представляет собой уже целое скопление клеток, напоминающее собой в уменьшенном виде сложный плод малины или ежевики.

Далее клетки зародыша делятся уже не все одновременно: одни быстрее, а дру-

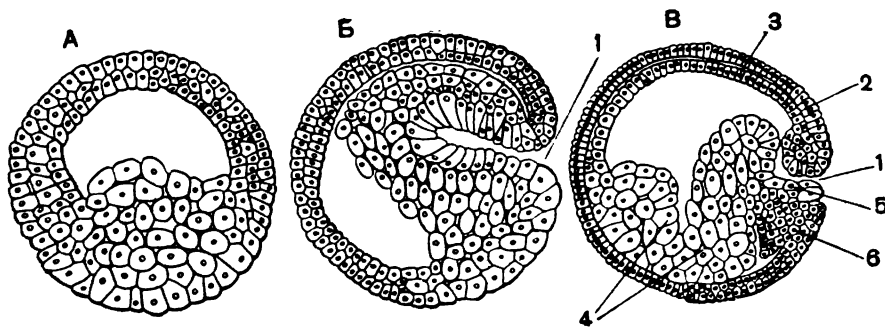


Рис. 17. Образование гастролы у амфибий:

А, Б, В — последовательные стадии; 1 — первичный рот (бластопор); 2 — эктодерма; 3 — энтодерма; 4 — желточные клетки; 5 — желточная пробка; 6 — начало образования мезодермы.

гие медленнее. Клетки оказываются уже неодинаковыми по своей величине и по форме: зародыш вступает в стадию гаструлы (рис. 17), в которой ясно обособляются два слоя клеток — наружный (эктодерма) и внутренний (энтодерма), впоследствии дающие начало различным тканям и органам животного. Начинает изменяться и внешняя форма зародыша: из шарообразного он становится продолговатым и у него намечается передний и задний концы (рис. 18).

Для непосредственных наблюдений над развитием зародыша необходимо взять комочек свежесотложённой икры и поместить этот живой материал в неглубокий аквариум (банку). Чтобы успеть захватить зародыш на ранних стадиях, следует тотчас же извлечь свежую икринку из ее студенистой оболочки; делается это при помощи препаровальных пин. Затем голую икринку рассматривают под малым увеличением микроскопа при падающем свете. В последующие часы и дни подобным же образом извлекают и рассматривают дробящиеся икринки на более поздних стадиях (вплоть до образования двуслойной гаструлы). Зародышей, уже принявших продолговатую форму, рассматривают не под микроскопом, а при помощи лупы.

Образование спинного и головного мозга. Зачатки будущего спинного и головного мозга образуются прямо на спинной по-

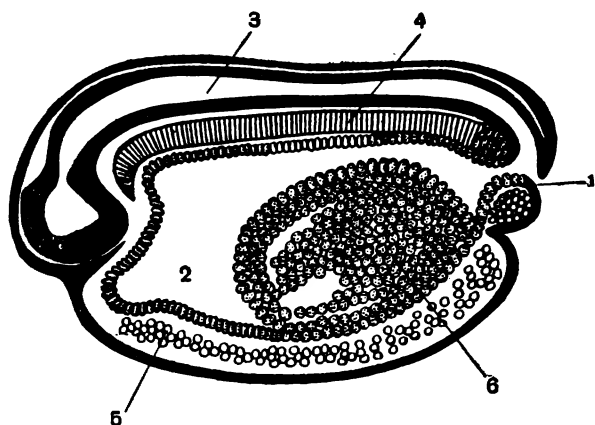


Рис. 18. Продольный разрез зародыша лягушки:

1 — первичное ротовое отверстие, передвинувшееся на задний конец тела; 2 — кишечная полость; 3 — нервная трубка; 4 — хорда; 5 — мезодерма; 6 — желточные клетки.

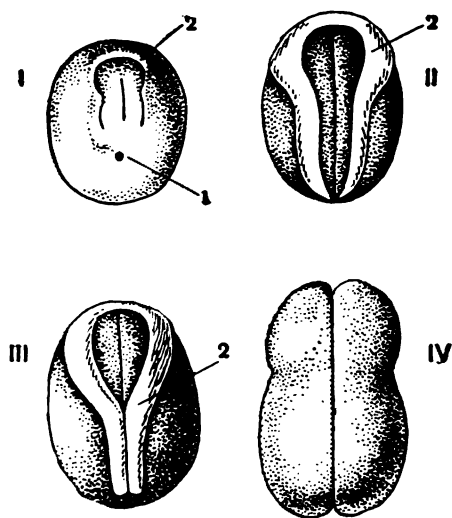


Рис. 19. Образование мозговых валиков и нервной трубки у зародыша лягушки (вид сверху):

I—IV — последовательные стадии; 1 — остаток бластопора (первичного рта); 2 — мозговые валики.

верхности зародыша. Здесь верхний слой клеток дает начало двум продольным складкам, которые соединяются спереди поперечным валиком. Эти складки называют мозговыми валиками, а углубление между ними — мозговой пластинкой. Затем мозговые валики начинают сближаться, борозда между ними образует глубокий желобок, и, наконец, края этого желобка смыкаются. Таким образом из мозговых валиков и мозговой пластинки образуется нервная трубка. После этого наружный слой клеток смыкается над нервной трубкой и она оказывается уже на некоторой глубине под покровами тела зародыша (рис. 19).

Передняя часть нервной трубки постепенно преобразуется в головной мозг, а остальная ее часть — в спинной мозг. Трубочатое строение мозга сохраняет и у взрослого животного, только в спинном мозге просвет этой трубки становится очень узким. В головном мозге этот просвет образует расширения, которые называются мозговыми желудочками.

Личиночное развитие лягушки. Через 10—15 дней после откладки икры развивающиеся в икринках зародыши выби-
раются из прозрачной оболочки и начи-

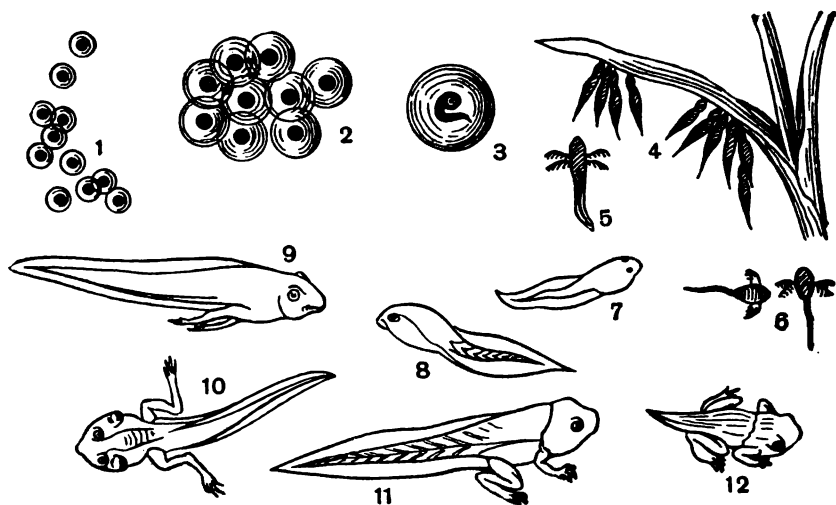


Рис. 20. Метаморфоз лягушки:

1 — яички при икреметании; 2 — яички (икринки) с разбухшей в воде оболочкой; 3 — зародыш незадолго до выхода из икринки; 4—11 — головастики: 4 — только что вышедшие из икринок, 5 и 6 — с наружными жабрами, 7 и 8 — с развитыми складками жаберных крышек, 9 и 10 — с задними конечностями, 11 — в конце метаморфоза; 12 — лягушонок с остатками хвоста.

нают самостоятельно плавать в воде. Теперь это уже не зародыши, а свободноживущие личинки, пока еще не похожие на взрослых лягушек, а по своей форме и способу передвижения похожие на рыб (рис. 20). В просторечии их называют головастиками. Головастик сходен с рыбами не только внешне, но и по своему внутреннему строению. У него, как у низших рыб и у рыбных мальков, основой скелета служит спинная струна, или хорда, только впоследствии в своей туловищной части обрастающая хрящевыми позвонками. Череп у головастика хрящевой, и к нему примыкают жаберные дуги (рис. 21). Дыхание у него жаберное, и кровеносная система построена по рыбьему типу. Если бы развитие головастика остановилось на этой стадии и не шло бы дальше, мы должны были бы без всяких сомнений отнести такое животное к классу рыб. Однако в дальнейшем строение тела головастика изменяется: появляются ноги, сначала задние, а затем и передние, изменяет свое строение рот, жаберные щели в стенках глотки зарастают, из небольшого выроста кишечника (выроста, подобного плавательному пузырю рыб) образуются легкие. Хвост постепенно уменьшается и наконец становится совер-

шенно незаметным снаружи. Головастик превратился в лягушку.

Биогенетический закон. Еще до появления учения Дарвина превращение головастика в лягушку, совершающееся в течение нескольких недель и доступное непосредственному наблюдению в аквариуме, вызывало у вдумчивых натуралистов мысли, которые вставали в резкое противоречие с господствовавшими тогда представлениями о неизменности живой природы. Немецкий натуралист Кильмейер еще в конце XVIII века пришел к заключению, что ступени, которые проходит в своем развитии отдельное животное, и ступени развития всего животного мира

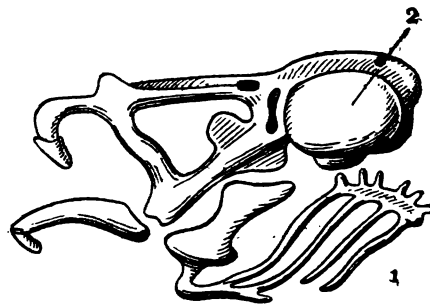


Рис. 21. Череп головастика с жаберными дугами:

1 — жаберные дуги; 2 — слуховая капсула.

являются выражением одного и того же закона. Строение головастика сходно со строением рыбы, и, следовательно, каждая лягушка, прежде чем стать настоящей лягушкой, сначала бывает рыбой.

Через тридцать лет после Кильмейера ту же мысль повторил и крупнейший французский зоолог Этьен Жоффруа Сент-Илер. «Каждый год, — писал он, — мы присутствуем при зрелище, доступном не только нашим умственным, но и нашим телесным очам, когда мы видим, как организм превращается, переходя из одного класса животных в другой: я говорю о превращении лягушки. Эти животные под именем головастика сначала бывают рыбами, а потом становятся гадами»¹.

Теперь мы знаем, что подобный же ряд превращений, начиная от одноклеточной стадии оплодотворенного яйца, проходят не только лягушки, но и все высшие позвоночные, включая сюда и самого человека, но только у них весь этот процесс совершается не в открытой среде, а, так сказать, «за кулисами», либо под скорлупой яйца, как у пресмыкающихся и птиц, либо в утробе матери, как у млекопитающих.

Развитие особи есть сокращенное повторение развития вида — таково краткое выражение так называемого основного биогенетического закона, который в наиболее четком виде был сформулирован в 1866 году немецким зоологом Эрнстом Геккелем. В очень образной форме выразил то же положение один английский зоолог: «Всякое животное во время своего развития взбирается по собственному родословному дереву».

Поэтому эмбриология — наука, изучающая зародышевое и личиночное развитие животных, — не только представляет убедительные доказательства самого факта эволюции организмов, но и дает в руки исследователей плодотворный метод изучения эволюционного процесса и

установления родственных связей между отдельными группами животного мира. В этой области особенно значительны заслуги наших отечественных ученых И. И. Мечникова (1845—1916), работавшего по эмбриологии низших беспозвоночных; А. О. Ковалевского (1840—1901), установившего филогенетические связи позвоночных с другими группами животного мира, и А. Н. Северцова (1866—1936), который разрабатывал филогению низших позвоночных и внес существенные уточнения в понимание взаимоотношений между онтогенезом и филогенезом.

Биогенетический закон нельзя понимать в той вульгаризированной форме, «будто строение зародыша или личинки в точности воспроизводит строение предков данного вида, являясь как бы его «фамильной портретной галереей». В частности, повторение организации предков в процессе онтогенетического развития нарушается тем, что отдельные системы органов изменяют свое строение не все одновременно, а с различной скоростью и, например, в строении рыбообразного зародыша или личинки (головастика) уже обнаруживаются некоторые черты более высокой организации. Так, у рыбообразного головастика уже заранее образуется несвойственная рыбам перегородка, разделяющая предсердие на левую и правую половины, и намечается малый круг кровообращения, хотя зачатки легких в это время еще не функционируют. Подобного рода факты, разрушая упрощенное представление о рекапитуляции (повторении) в развитии особи признаков ее далеких предков, свидетельствуют о том, что между онтогенезом и филогенезом существует взаимная связь: не только развитие особи зависит от истории вида, но и развитие вида определяется теми наследственными признаками, которые возникают в онтогенезе еще в зародышевой и личиночной стадиях (А. Н. Северцов).

Однако при всех поправках, которым подвергся биогенетический закон Мюллера — Геккеля, только он способен дать объяснение тем перестройкам в организации зародыша и личинки, которые в общих чертах соответствуют последователь-

¹ В те времена, в первой половине XIX в., зоологи еще не разделяли на два отдельных класса земноводных и пресмыкающихся, а объединяли тех и других под общим названием «гадов» или пресмыкающихся.

ным этапам исторического развития животного мира. Вместе с тем применение эмбриологического метода при изучении самого процесса эволюции подтверждает данные систематики, сравнительной морфологии и палеонтологии, а при решении вопроса о наиболее древних формах организации и о переходе от низших типов строения к последующим ступеням этот метод остается почти единственным способом исследования.

Изучение головастика в школьном курсе зоологии. В нашей учебно-воспитательной работе развивающийся из икры лягушенок, который на наших глазах «карабкается по своему родословному дереву», может быть использован как наиболее наглядная иллюстрация к основному биогенетическому закону. И тогда извечный вопрос о том, «кто мы и откуда мы появились в этом мире», вопрос, на который в прежние века человечество находило только фантастические ответы в различных религиозных учениях, получает разрешение в банке с развивающимися из икры головастиками: здесь перед нами проходят основные моменты родословной истории животных от одноклеточного организма до появления наземных позвоночных, в организации которых мы, вслед за тургеневским Базаровым, улавливаем основные черты строения и нашего собственного тела.

Клеточное строение как результат дробления яйца. Мы уже говорили о клеточном строении организмов. Теперь на примере зародыша лягушки мы видели, что все клетки и ткани тела образуются путем дробления из единственной клетки — яйца. В самом начале этого процесса, пока число клеток не превышает четырех, все они совершенно одинаковы между собой. По мере развития и роста зародыша вследствие повторных делений клеток число их непрерывно возрастает и вместе с тем увеличивается различие между их отдельными группами: у зародыша сначала начинают обособляться отдельные слои клеток, а затем из них образуются различные ткани и органы. В результате кровяные, скелетные, нервные клетки, кровяные тельца, мышечные волокна оказались приспособленными к совершен-

но различным функциям, получили характерное для каждой ткани строение и потеряли внешнее сходство с клетками других тканей и с первоначальной яйцевой клеткой. «... Все многоклеточные организмы — как растения, так и животные, включая человека, — вырастают каждый из одной клетки по закону клеточного деления...»¹.

Иногда ради картинности сравнения говорят, что «организм построен из клеточек подобно тому, как дом построен из кирпичей». Такое механистическое уподобление по существу совершенно неправильно. Кирпичи, из которых строится дом, привезены откуда-то со стороны, а не образуются в самих стенах дома, как образуются путем деления клеток в развивающемся организме. Ни первый положенный кирпич, ни выведенный фундамент, ни недостроенные стены еще не могут быть названы домом (это только части будущего здания), а яйцевая клетка или зародыш на любой стадии представляют собой не отдельный кусок будущего животного, а целый организм, постепенно изменяющийся по мере своего развития. Посторонняя сила — руки каменщиков — складывает отдельные кирпичи таким образом, что из них получается дом. Совершенно иначе строится тело животного или растения: не клетки, соединившись вместе, образуют многоклеточный организм, а, наоборот, организм по мере своего роста и развития образует новые и новые клетки.

В клеточном строении выражается единство всего органического мира — и растительного и животного. В существенных чертах растительные и животные клетки сходны между собой; разница заключается главным образом в том, что у растительных клеток бывает сильно развита клеточная оболочка (поэтому растительные клетки и были замечены гораздо раньше, чем клетки животных).

Как известно, наряду с многоклеточными организмами имеются и такие существа, развитие которых не идет дальше

¹ Ф. Энгельс, Диалектика природы, М., Госполитиздат, 1964, стр. 168.

образования одной-единственной клетки, так как при каждом клеточном делении вновь возникающие клетки совершенно обособляются друг от друга и начинают вести самостоятельное существование¹. Поэтому, когда мы перейдем к систематическому ознакомлению с многообразием животного мира, мы также начнем его с изучения одноклеточных организмов, сохранивших тот первичный тип организации, который у остальных животных бывает только самой начальной ступенью при развитии каждой отдельной особи.

Почему лягушка не стала теплокровным животным

Обмен веществ. Возвратимся снова к обмену веществ как самому основному признаку живого организма и на этот раз остановимся на лягушке уже не как на примере «животного вообще», а как на земноводном позвоночном животном, которое, подобно рыбам и пресмыкающимся, не имеет постоянной температуры тела. Почему лягушка на ощупь такая «противная, холодная» в противоположность уютной теплоте тела дремлющей кошки или курицы-наседки, хотя все эти животные обладают сходными по общему типу системами органов? Почему лягушек, которые очень прожорливы в жаркие летние дни, зимой можно содержать для лабораторных целей где-нибудь в прохладном чулане или подвале, не заботясь об их пропитании, тогда как такие же мелкие птички, по небрежности оставленные без корма, погибают от голода уже через сутки? И с какими морфологическими особенностями — особенностями строения — взаимно связаны эти существенные физиологические различия между теплокровными и холоднокровными позвоночными?

¹ В мире растений таким одноклеточным организмами являются некоторые водоросли. По своему особому пути пошло развитие мельчайших одноклеточных организмов — бактерий, отнесенных к растительному миру. Уже в нашем столетии были обнаружены и неклеточные формы жизни («ультрамикробы») — вирусы и бактериофаг, о которых еще недавно велись споры, что они собой представляют, «существо или вещество».

Здесь прежде всего нам вспоминаются такие яркие анатомические факты, как более примитивное строение легких и кровеносной системы у лягушки по сравнению с высшими, теплокровными животными. Легкие у лягушки имеют вид простых мешков, где газообмен может совершаться только через сравнительно небольшую площадь их стенок, тогда как у птиц и млекопитающих легкие имеют сложное строение, где дыхательный газообмен совершается через стенки всех многочисленных легочных пузырьков, составляющих легкие. Второе не менее важное анатомическое различие — трехкамерное сердце у лягушки и наличие у нее двойной дуги аорты, вследствие чего из сердца идет по аорте уже не чистая артериальная, а смешанная кровь. У теплокровных животных сердце четырехкамерное, причем от него отходит только одна артериальная дуга (правая — у птиц и левая — у млекопитающих), несущая чистую артериальную кровь, богатую кислородом.

Но различия в кровеносной системе у холоднокровных и теплокровных животных не ограничиваются только этими общеизвестными признаками. Хотя и у лягушек и у высших позвоночных кровь красная, однако микроскопическое строение ее у тех и других неодинаково.

Газообмен и размеры красных кровяных телец. Красные кровяные тельца (эритроциты) у лягушки имеют вытянутую форму, длина их 23, а ширина 16 микрон (1 микрон = 0,001 мм). Круглые эритроциты млекопитающих значительно мельче: около 6 микрон в поперечнике у кошки, около 7 — у собаки, около 8 — у человека (рис. 22). При этом количество эритроцитов, приходящееся на 1 мм³ крови, также неодинаково: у лягушки — около 400 тысяч, а у млекопитающих уже по несколько миллионов (около 8 миллионов — у кошки, около 7 — у собаки, около 5 — у человека); в общем, чем мельче кровяные тельца, тем больше их содержится в том же объеме крови. Особенно интересные цифры, полученные для козы — животного по своему происхождению горного: диаметр эритроцита у козы 3,5 микрона, а количество их в 1 мм³ доходит до 18 миллионов.

О чем же говорят все эти цифры?

Вспомним, что поглощение кислорода идет через поверхность эритроцитов и что если тела имеют одинаковую или сходную форму, то при одной и той же массе вещества общая поверхность всех мелких телец будет больше одного крупного тела¹. Следовательно, поглощение кровью кислорода и доставка его к различным органам тела (а значит, и газообмен в тканях) лучше обеспечиваются при более мелких размерах красных кровяных телец (например, у козы).

Далее, быстрая транспортировка кровью кислорода и питательного материала зависит от работы сердца: от большей или меньшей мощности этого мускулистого органа. Если сравнить по весу сердце лягушки и сердце равной ей по общему весу тела ласточки — существа не только теплокровного, но и чрезвычайно активного и быстрого в своих движениях, — то окажется, что у ласточки сердце весит в 9 раз больше, чем у лягушки.

Зимняя спячка. Конечно, при более интенсивном обмене веществ животное должно быть и более прожорливым и быстрее переваривать пищу, что особенно ярко выражается у птиц (насекомоядные птицы 5—6 раз в день наполняют свой желудок, отсюда их польза для сельского хозяйства). У животных холоднокровных обмен веществ доставляет энергию главным образом для их органов передвижения; когда же с наступлением холодов эти животные становятся вялыми и малоподвижными, то у них уменьшается и потребность в пище. У высших позвоночных значительная доля вырабатываемой в процессе обмена веществ энергии идет на поддержание постоянной температуры тела, почему в холодное время потребность в пище у них, наоборот, повышается. Но и среди млекопитающих есть виды, которые в связи с зимней бескормицей уже с осени впадают в спячку (ежи, суслики, сурки, тушканчики, летучие мыши), при-

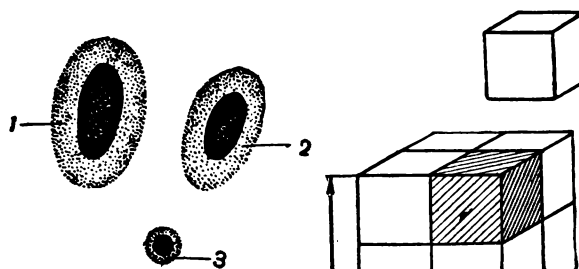


Рис. 22. Эритроциты различных позвоночных (относительные размеры):

1 — лягушки; 2 — ящерицы; 3 — козы.

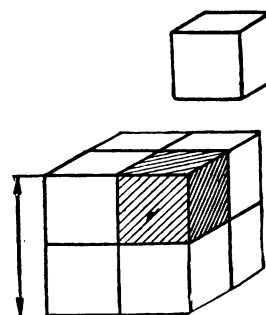


Рис. 23. Схема, поясняющая отношение объема и поверхности.

чем жизненные процессы у них замедляются, уменьшается потребность в кислороде, число вдохов и выдохов и сокращений сердца уменьшается приблизительно в десять раз, а температура тела падает почти до 0°C (а у летучих мышей даже до -7°C), то есть они временно возвращаются к физиологическому состоянию своих отдаленных предков — древних земноводных и пресмыкающихся. Наряду с этим в организме животных происходят в период спячки и биохимические изменения¹.

Из этого следует, что повышение организации у позвоночных с постоянной температурой тела имеет и свою обратную сторону: в условиях холодных зим существование этих животных возможно только при наличии соответствующего корма, которого вдобавок в холодную погоду им требуется больше.

Так, в животном мире тесная взаимосвязь между строением и функцией выражается не только во внешних формах животного — в строении его органов передвижения, органов нападения и защиты и т. д., — но и в более тонких чертах его внутренней организации, которые имеют особенно важное значение в процессах обмена веществ — основной функции всего живого.

Видовые отличия наших лягушек и вопросы систематики

Более внимательное ознакомление с нашими обыкновенными лягушками — с их более тонкими морфологическими призна-

¹ Тем, кому это покажется не вполне очевидным, советуем хотя бы на чертеже разделить кубик в 10×10×10 (мм) на 8 равных кубиков и сравнить поверхность большого кубика (10×10×6) и общую поверхность полученных из него маленьких кубиков (5×5×6×8) (рис. 23).

¹ Подробнее см.: Н. И. К а л а б у х о в, Спячка животных, М., изд. «Советская наука», 1946.

ками и особенностями их образа жизни — дает нам возможность подойти на этом конкретном материале и к вопросу об обособлении отдельных видов, близких между собой по происхождению, то есть к вопросу об их дивергенции.

Водные и наземные лягушки. Линней различал в фауне средней и северной Европы два вида лягушек, хорошо различимых и по внешнему виду и по образу жизни. К одному виду он отнес зеленых лягушек, которые держатся либо в воде, либо по берегам водоемов и в начале лета задают там громкие «концерты»; вид этот получил у него название *Rana esculenta*, то есть «лягушка съедобная» (в Западной Европе мясистые бедра крупных зеленых лягушек употребляются в пищу и по вкусу их сравнивают с нежным мясом цыпленка). К другому виду Линней отнес всех наших бурых лягушек, ведущих более наземный образ жизни; им Линней дал название *Rana temporaria*, а по-русски мы называем этот вид «лягушка травяная».

Однако при более внимательном изучении оказалось, что под этими двумя старыми названиями скрываются не два, а четыре вида лягушек: два вида зеленых и два вида бурых.

Два вида зеленых лягушек. Еще в XVIII столетии знаменитый петербургский академик Паллас описал новый вид зеленых лягушек, который он встретил в больших количествах на юго-востоке Европейской России. Он назвал этот вид *Rana ridibunda*, то есть «лягушка-хохотунья», так как «издали голос ее походит на человеческий хохот».

В настоящее время в нашей литературе за линнеевской «лягушкой съедобной» утвердилось название *прудовой*, а за «хохотуньей» — *озерная лягушка*. Самое заметное различие между этими зелеными лягушками заключается в том, что у самцов прудовой, или «съедобной», лягушки раздувающиеся по бокам головы голосовые мешки (резонаторы) белого цвета (рис. 24), а у озерной эти

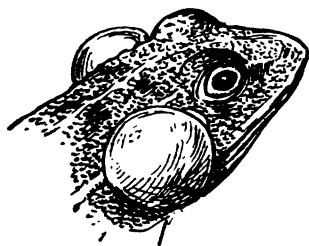


Рис. 24. Голова квакающей лягушки.

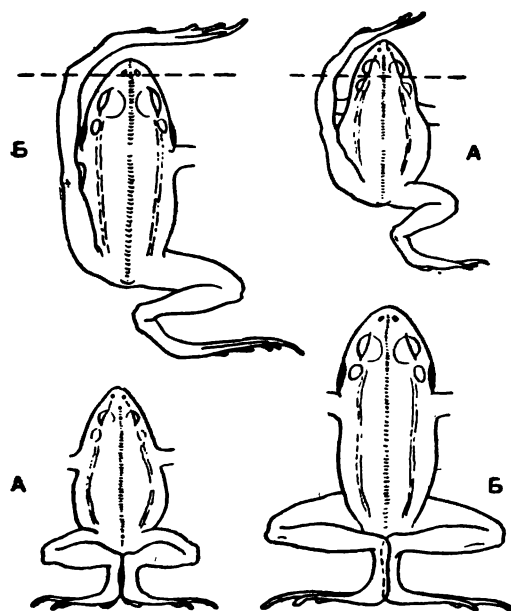


Рис. 25. Контуры прудовой (А) и озерной (Б) лягушек.

резонаторы серые или даже черные. Различаются они и по голосу: крик прудовой лягушки можно передать как «коакс... коакс», а озерной — «уорр... уорр... уорр... круу». На убитых лягушках можно рассмотреть, что внутренний пяточный бугор на задних лапках у прудовой лягушки сжатый с боков и заметно выступающий, а у озерной бугор более плоский и короткий. Сами же задние ноги у озерной лягушки относительно длиннее, чем у прудовой (рис. 25).

Два вида бурых лягушек. Подобным же образом еще в первой половине прошлого столетия выяснилось, что и наши широко распространенные бурые лягушки в действительности относятся к двум различным видам: кроме *травяной лягушки* (*Rana temporaria*), у нас обыкновенна также похожая на нее *лягушка остромордая* (*Rana terrestis*, то есть «лягушка наземная»). Остромордую лягушку можно отличить от травяной по следующим признакам: 1) по более заостренной (если смотреть сверху), хотя и короткой мордочке, 2) по одноцветному (без пятен) беловатому или желтоватому брюху и, наконец, 3) по форме пяточного бугра на внутренней стороне задних лапок: у остромордой лягушки этот

бугор вытянутый и заметно выступающий, тогда как у травяной он более плоский и округлый (рис. 26). Иногда у остромордых лягушек бывает еще светлая полоска вдоль

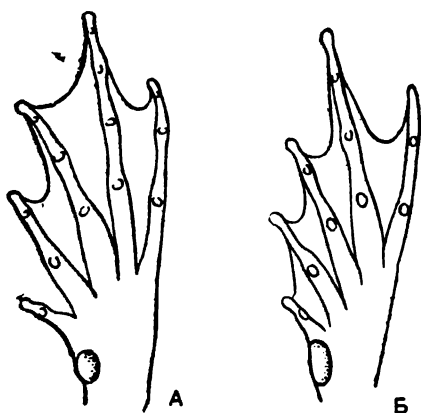


Рис. 26. Задние лапки травяной (А) и остромордой (Б) лягушек.

спины, однако этот признак не является постоянным.

Различаются эти бурые лягушки и по голосам: голос самцов травяной лягушки — хрипкое «о-о-о-о-о», а самцы лягушки остромордой издают глухое клохтанье («уэг-уэг-уэг»), похожее на бульканье воздуха, вырывающегося из горлышка опущенной в воду «пустой» бутылки (иногда его сравнивают и с доносящимся издали отрывистым лаем собаки).

Расхождение признаков у бесхвостых амфибий. Расхождение между двумя группами лягушек произошло, очевидно, в давние времена и привело к их резкому обособлению. И озерная и прудовая лягушки остались близко связанными с водоемами и обладают покровительственной окраской, скрывающей их среди водной растительности и зеленой травы сырых берегов. С другой стороны, обе наши бурые лягушки перешли к более сухопутному существованию и их окраска хорошо гармонирует с цветом сырой почвы и мертвой лесной подстилки. И еще ранее пошли своими путями линии развития других наших бесхвостых амфибий — *жаб* и *древесниц*. При общем сходстве с лягушками, свидетельствующем об их довольно близком родстве, более коротконогие жабы, передви-

гающиеся только мелкими прыжками или даже попросту ползающие на четырех ногах, ведут ночной образ жизни и могут добывать только ползающую добычу; напротив, стройные и проворные древесницы, или квакши (у нас они водятся на Украине и на Кавказе), ловко лазают по ветвям деревьев и охотятся за крылатыми насекомыми.

На этих конкретных примерах, путем сравнения наших местных бесхвостых амфибий мы можем составить представление о том, как в пределах этой группы шло приспособление различных видов к различным условиям среды: как шла их адаптивная (то есть приспособительная) радиация.

Видовое обособление наших зеленых и бурых лягушек. Здесь линии развития действительно очень явственно расходятся по различным радиусам и приводят к образованию таких различных по своей биологии форм, как лягушки, жабы и древесницы, как водные — зеленые и наземные — бурые лягушки. Но в чем же выражается расхождение между близкими между собой формами зеленых и бурых лягушек, которое привело к их видовому обособлению?

Озерная лягушка приурочена к более обширным и открытым водоемам, и там, где она обитает совместно с прудовой, она держится более глубоких мест (с этим, по видимому, связано и более сильное развитие ее задних ног, при помощи которых она быстро передвигается в воде). Икрометание у нее начинается раньше, чем у прудовой, и икру она откладывает в отдалении от берегов. Кваканье самцов озерной лягушки в период размножения звучит иначе, чем у самцов прудовой (см. выше). Что же касается прудовых лягушек, то они держатся преимущественно в небольших заросших водоемах, среди закрытого лесного ландшафта и икру мечут вблизи от берегов. Таким образом, эти два вида расходятся по несколько различным между собой биотопам (местообитаниям), а там, где они населяют одно и то же озеро, держатся раздельно и размножаются в различное время; в этом, помимо различий в их морфологических признаках, и выражается их видовое обособление.

Дальнейшие наблюдения выяснили и приспособительное значение той или иной формы пяточных бугров различных видов лягушек. Более высокий бугор прудовой лягушки позволяет ей закапываться в ил, чего не может делать лягушка озерная; благодаря более высокому и заметно выступающему пяточному бугру остромордая лягушка на зимовку закапывается в почву и зимует в водоемах. Таким образом, и различия в строении пяточных бугров связаны у лягушек с обособлением отдельных близких между собой видов.

Так, на примере четырех видов наших обыкновенных лягушек перед нами вырисовываются пути расхождения основных линий их исторического развития (зеленые — водные и бурые — «сухопутные» лягушки) и их видового обособления.

Зоологические виды и подвиды. Для настоящего геологического момента видовые признаки оказываются достаточно устойчивыми и в процессе размножения воспроизводятся в длинных рядах сменяющих друг друга поколений. Со времен Линнея в научной литературе для обозначения каждого зоологического и ботанического вида применяется очень удобная бинарная (двойная) номенклатура — каждый вид обозначается двойным названием, причем на первом месте стоит название того рода, к которому относится данный вид, а на втором — его видовое название: *Rana ridibunda* — «лягушка-хохотунья» (озерная), *Rana terrestris* — «лягушка наземная» (остромордая), *Rana japonica* — «лягушка японская». И когда, например, в 1879 году в одном французском научном журнале появилось описание нового вида *Rana iberica*, каждый зоолог любой национальности, даже не читая самого описания, мог видеть, что речь идет о животном, близком к уже известным видам рода *Rana*.

Однако более тщательное изучение широко распространенных видов обнаружило, что в некоторых частях своего обширного ареала (области распространения) у них образовались местные разновидности — географические подвиды, и теперь в научной литературе применяется уже не двойная, а тройная номенклатура. Так, более коротконогая, «сахарская» фор-

ма озерной лягушки, в которой этот вид встречается в зоне полупустыни (у нас — в южных районах Закавказья и в Туркмении), обозначается названием *Rana ridibunda saharaica*, а наряду с ней и нашу обыкновенную «типовую» форму того же вида (т. е. его европейский подвид) также приходится именовать тройным названием: *Rana ridibunda ridibunda*.

Отметим также, что наши прудовые лягушки несколько отличаются от той типовой формы из Западной Европы, которую имел перед собой Линней, и ее следует отнести к подвиду *Rana esculenta lessonae*; травяные лягушки из Туркмении описаны под именем *Rana temporaria warentzovi*; подвид остромордой лягушки из Алтайского края получил соответствующее название *Rana terrestris altaica*, а ее юго-западный подвид, распространенный на территории Австрии, Венгрии, Румынии, Югославии и Болгарии, получил название *Rana terrestris wolferstorffi* (мы не будем описывать здесь тонкие отличительные признаки перечисленных форм, отсылаем интересующихся к специальным определителям).

Таким образом, в пределах четырех рассмотренных нами видов лягушек мы имеем целый ряд несколько различающихся между собой географических форм — подвидов, представляющих собой пока лишь различные формы существования соответствующих видов, связанные между собой переходами и этим качественно отличающиеся от обособившихся видов.

А для определения того, что же представляет собой систематическая категория вида в зоологии, мы при современном состоянии наших знаний можем принять ту же формулировку, к которой пришел в результате своих многолетних исследований академик В. Л. Комаров в книге «Учение о виде у растений»: «Вид есть совокупность поколений, происходящих от общего предка и под влиянием среды и борьбы за существование обособленных отбором от остального мира живых существ: вместе с тем вид есть определенный этап в процессе эволюции»¹.

¹ В. Л. Комаров, Избранные сочинения, т. I, М.—Л., изд. АН СССР, 1945.

Рассмотренные нами четыре вида наших лягушек и могут служить хорошей иллюстрацией к этому положению.

На этом мы заканчиваем главу о лягушке, которая была использована здесь в качестве избранного «представителя» животного мира — такого объекта, который при его доступности и удобстве изучения стоит уже на достаточно высокой ступени организации и многими своими чертами приближается уже к высшим группам позвоночных. На лягушке мы могли провести

рассмотрение животного организма как единого целого, ознакомиться с системами органов, изучить его в развитии и выяснить понятия вида и рода как основных единиц зоологической систематики.

Рассмотрение жаб и других родичей наших лягушек уже выходит за рамки задач этой вводной темы, и читатель ознакомится с ними в порядке систематического обзора животного мира в главе, посвященной классу земноводных.

Из истории изучения простейших

Микроскоп. Во второй половине XVII века наука обогатилась новым и очень важным орудием исследования — микроскопом. Этот прибор впервые обнаружил перед изумленными наблюдателями целый мир разнообразных организмов, которые для невооруженного глаза оставались невидимыми из-за своих крайне мелких размеров.

Изобретение микроскопа в эту именно эпоху не было простой случайностью. XVI и XVII столетия были эпохой крупных исторических событий и важных открытий в области естествознания. К тому времени в различных странах Западной Европы выросли крупные городские поселения. В городах развивались ремесла и торговля, здесь могли найти хороший заработок искусные мастера и предприимчивые купцы, и, таким образом, с развитием городской жизни выделился и приобрел большую силу новый класс людей — буржуазия (это слово в переводе на русский язык как раз и означает «горожане»).

Стремление увеличить свои прибыли заставило ремесленников и купцов заботиться об усовершенствовании техники производства, о расширении торговли с другими странами и развитии мореплавания, которое к тому времени уже принесло ряд крупнейших географических открытий и дало европейским странам господство в богатых заморских колониях. В свою оче-

редь, развитие мореходства потребовало усовершенствования астрономических приборов и подзорных труб и вызвало к жизни искусство шлифовки оптических стекол для этих инструментов. Из подобных же стекол только при ином их расположении оказалось возможным построить оптический прибор и для других целей — сконструировать микроскоп.

Впрочем еще до изобретения сложного микроскопа в виде трубки с объективом и окуляром для рассматривания мелких предметов применялись двояковыпуклые стекла, или линзы, — то, что мы теперь называем лупами. И как раз при помощи крошечного очень тщательно отшлифованного двояковыпуклого стеклышка знаменитый голландский микроскопист Антоний Лёвенгук впервые открыл неведомый прежде мир очень мелких существ, недоступных для невооруженного глаза.

Левенгук не был профессиональным ученым. Вначале он занимался торговлей, а затем занял скромную должность при суде в своем родном городе Дельфте. Все свое свободное время он посвящал шлифовке увеличительных стекол, с тем чтобы потом с их помощью «усладить глаза и душу» рассматриванием различных мелких предметов. Его «микроскопы» (а их он изготовил до двухсот) были собственно простыми лупами с одной только линзой: в маленькой металлической пластинке, укрепленной на небольшой рукоятке, было прорезано круглое отверстие диаметром

чуть больше булавочной головки, и в это окошечко вставлялось такое же маленькое увеличительное стеклышко. Одна сторона этого стеклышка была обращена к глазу наблюдателя, а с противоположной стороны на тоненьком стержне помещался объект, который надлежало рассмотреть. Наблюдатель брал такой микроскоп за ручку и рассматривал помещенный за линзой предмет в проходящем свете: на фоне окна или какой-либо ярко освещенной поверхности. Благодаря необыкновенной тщательности шлифовки стекол Левенгук добивался увеличения до 270 раз; для простой лупы это был результат совершенно исключительный и никем более не превзойденный.

Левенгук, как и другие микроскописты тех времен, еще не имел какого-нибудь определенного плана своих исследований; подобно тому как это и теперь делают новички, которым впервые попадает в руки лупа, он пробовал рассматривать при помощи своих стекол самые разнообразные предметы, какие попадались ему под руку: крылья мух, чешуйки бабочек, пыль, плесень. Однажды ему пришла мысль рассмотреть под микроскопом стеклянную трубочку, наполненную застоявшейся в кадке водой. К величайшему своему изумлению, он увидел в ней множество «анималькулей», то есть «зверюшек», мельчайших живых существ разнообразной формы, быстро снующих в различных направлениях. Это важное в истории науки событие произошло в сентябре 1675 года.

В следующем году, продолжая свои наблюдения, Левенгук облил водой толченый перец и через несколько дней взял для исследования под микроскопом каплю полученного настоя: он предполагал, что таким образом ему удастся увидеть, чему именно обязан перец своим жгучим вкусом. Однако вместо ожидаемых частиц, вызывающих острый вкус перца, Левенгук увидел в этом настое те же существа, которые он ранее открыл в капле стоячей воды, но только в гораздо большем количестве.

Такое же многочисленное население было обнаружено и в настоях из сена, листьев и других растительных остатков. Поэтому ученые того времени называли все эти мел-

кие существа «настоячными» животными, а по-латыни «инфузориями» (от слова *infusum* — настойка). Впрочем в позднейшие времена это название осталось только за одной определенной группой низших микроскопических животных.

Инфузории

Инфузорий можно найти и непосредственно в пробах воды, взятой из пруда, болотца или канавы, но гораздо больше материала для наблюдений будет у нас, если заблаговременно — дней за 10—15 — приготовить искусственную культуру для разведения инфузорий, обеспечив их питательным материалом.

Пищей для инфузорий в таких культурах служат мельчайшие сенные бактерии, которые в огромном количестве размножаются в отваре, приготовленном из сена. Когда к такому сенному отвару, разбавленному водой и постоявшему несколько дней в открытой банке, мы прильем прудовой или болотной воды, в которой живут инфузории, то благодаря обилию корма инфузории там очень быстро начнут размножаться и через неделю их легко будет найти в каждой капле, помещенной на предметное стекло. Остается наложить на эту каплю тонкое покровное стекло, а затем рассмотреть ее под микроскопом.

Всего чаще в таких сенных культурах попадают продолговатые *инфузии-туфельки*, или *парамеции*, которые быстро проносятся через поле зрения микроскопа. Лучше их можно рассмотреть тогда, когда они натываются в воде на какое-нибудь препятствие, поэтому полезно, перед тем как накладывать покровное стекло, поместить в воду несколько зеленых ниточек водорослей или растрепанный на отдельные волоски крошечный клочок ваты.

Тело инфузии-туфельки состоит из одной клетки, имеющей, однако, очень сложное строение (рис. 27). Главная масса тела состоит из протоплазмы; внутри нее находится округлое ядро и возле него еще второе, малое ядро. В протоплазме инфузии можно отличить два слоя: наружный, имеющий волокнистое строение, и внутренний, более жидкий. Снаружи тело инфузии одето слоем более плотной

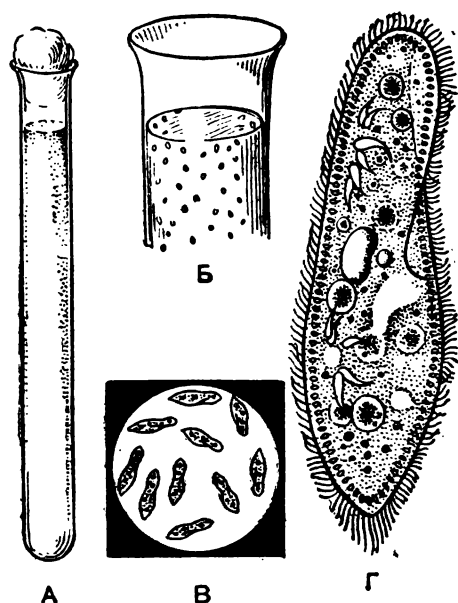


Рис. 27. Инфузории-туфельки:

А — в пробирке с молочным раствором; Б — та же пробирка при рассматривании в ручную лупу; В — туфельки под малым увеличением микроскопа; Г — туфелька под большим увеличением микроскопа.

протоплазмы и поэтому сохраняет определенную форму, характерную для всех инфузорий данного вида.

Инфузория плавает благодаря движению многочисленных мелких ресничек, покрывающих со всех сторон ее тело и действующих, как тысячи мелких весел. Все эти реснички двигаются — «мерцают», сгибаясь в одну сторону, подобно тому как волнуется хлебное поле от пробегающего ветра.

Если слегка надавить на покровное стекло, то иногда удается наблюдать, как под действием механического раздражения из тела инфузории выступают длинные тонкие нити — трихоцисты (рис. 28). Они, по-видимому, ядовиты и служат для нее средством защиты.

Более верным способом заставить инфузорию «выстрелить» своими трихоцистами является химическое раздражение. Чтобы его вызвать, у края покровного стекла помещают каплю разбавленной уксусной кислоты, а с противоположного края начинают отсасывать воду кусочком фильтровальной бумаги (или «промокашки»).

Когда кислота дойдет до тела инфузории, оно отвечает на это выбрасыванием трихоцист (в дальнейшем действие кислоты убивает инфузорию).

При наблюдении живых инфузорий под микроскопом они быстро проносятся через поле зрения, и, чтобы их рассмотреть, нам приходится искусственно задерживать их передвижение. Однако не следует забывать, что быстрота движений инфузорий только кажущаяся: ведь если мы рассматриваем инфузорию при увеличении, скажем, в 100 раз, то в 100 раз будут увеличены не только размеры самой инфузории, но и истинная длина пути, который она прошла в одну секунду времени, а это значит, что в действительности она передвигается в 100 раз медленнее, чем это представляется нашему «вооруженному» глазу.

Снаружи на теле инфузории-туфельки можно рассмотреть продолговатую выемку. Это ротовая впадина, ведущая в глоточный канал, который имеет вид узкой воронки и оканчивается в протоплазме. Движение ресничек, покрывающих края ротовой впадины, загоняет в глотку

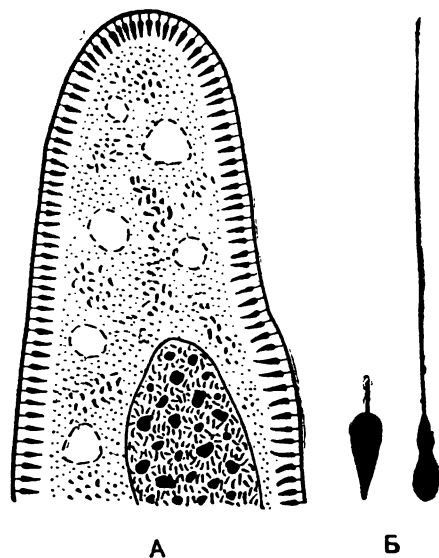


Рис. 28. Трихоцисты туфельки:

А — часть окрашенного среза через парамецию при большом увеличении (по краю тела залегают многочисленные трихоцисты); Б — нормальная и «выстреленная» трихоциста при большом увеличении.

инфузории бактерии и мелкие органические остатки, которыми она питается. Среди протоплазмы видны кое-где пузырьки с мелкими комочками или крупинками внутри — это пищеварительные вакуоли, то есть пузырьки, образовавшиеся вокруг заглоченных через рот пищевых частиц. Они медленно продвигаются в протоплазме, пища в них изменяется и переваривается, а остатки выбрасываются через порошицу — особое «заднепроходное» отверстие, которое имеется в оболочке, покрывающей тело (его увидеть трудно).

Если в каплю воды с инфузориями добавить разведенного в воде акварельного кармина или хотя бы мелко растертого в ступке древесного угля, можно наблюдать, как инфузории заглатывают частицы такой взвеси и как образовавшаяся пищеварительная вакуоля продвигается в их теле.

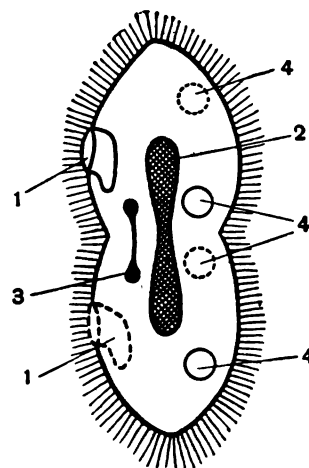
Кроме того, у инфузории-туфельки имеется два особых пузырька с лучеобразно расположенными вокруг них узкими канальцами, через которые в пузырек поступает водянистая жидкость и которые придают всему этому органоиду звездчатую форму. Один из таких пузырьков расположен ближе к переднему концу тела, другой — ближе к заднему. Величина их изменяется: накопившаяся жидкость выливается наружу и пузырек исчезает, но затем на том же месте появляется и растет новое скопление жидкости. Эти сократительные пузырьки (вакуоли) играют роль органов выделения. Через них удаляются из тела не только продукты распада, но и избыток воды, постоянно проникающей из внешней среды; благодаря этому в протоплазме сохраняется определенная, необходимая для нее концентрация солей (у инфузорий, живущих в морской воде, сократительных вакуолей не наблюдается).

Особых приспособлений для дыхания у инфузорий нет. Единственная клетка, из которой состоит ее тело, со всех сторон окружена водою, заключающей в себе растворенный кислород, и газообмен происходит через тонкую оболочку тела.

При обилии пищи инфузории быстро размножаются. Размножение происходит путем деления: оба ядра (большое и

Рис. 29. Схема деления туфельки:

1 — ротовая впадина;
2 — большое ядро; 3 — малое ядро; 4 — сократительная вакуоля.



малое) вытягиваются в длину и на них образуются перетяжки; тело одновременно также начинает перетягиваться, и затем обе половинки вместе с половинками ядер разделяются перегородкой (рис. 29). Вскоре обе половинки расходятся и начинают жить самостоятельно.

При благоприятных условиях инфузории могут долгое время размножаться путем таких последовательных делений, образуя сотни и тысячи сменяющихся поколений. Однако рано или поздно — вероятно, при ухудшении условий — в их физиологическом состоянии наступают изменения, вызывающие у них своеобразно выраженную форму полового размножения. Две встретившиеся инфузории прижимаются друг к другу, соприкасаясь своими ротовыми впадинами, и тогда в их теле происходит очень сложная перестройка всего ядерного аппарата: большие ядра разрушаются, малые несколько раз делятся, частично также разрушаются и от них у каждой инфузории остается по два половых ядра. Одно из них — «женское» — остается на месте, а другое — «мужское» — переходит в тело другой инфузории (через образующийся между ними плазматический мостик) и там сливается с ее «женским» ядром (рис. 30).

Такая форма полового процесса у простейших, когда две клетки не сливаются в одну, а взаимно обмениваются частями своих ядер, называется конъюгацией. После конъюгации инфузории расходятся, у них восстанавливается их нормальное строение, и тогда они снова начинают размножаться делением.

То, что наблюдается при конъюгации инфузорий, в значительной мере напоминает нам оплодотворение яйцеклетки: и там и здесь мы видим слияние ядерного

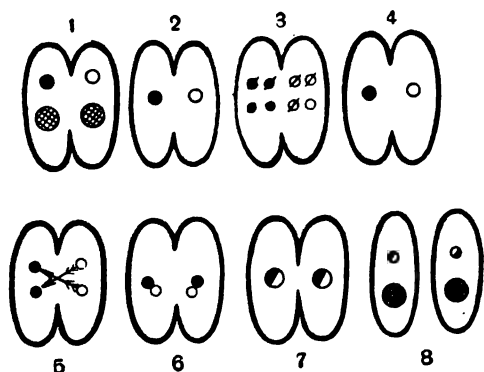


Рис. 30. Схема конъюгации инфузорий-туфельек (образец для построения «динамического» мелового рисунка, последовательно изменяемого по ходу изложения; по Шенихену):

1 — начало конъюгации; каждая инфузория имеет и большое и малое ядра (макронуклеус и микронуклеус), микронуклеусы на схеме условно помечены темной и светлой окраской; 2 — макронуклеусы разрушаются; 3 — микронуклеусы дважды делятся, но из 4 дочерних ядер каждой инфузории 3 обречены на распад — они изображены перечеркнутыми (редукционное деление); 4 — у обеих инфузорий осталось по одному микронуклеусу; 5 — микронуклеусы делятся, причем одно дочернее ядро («женское») остается на месте, а другое («мужское») переходит в другую особь; 6 и 7 — мужские ядра встречаются с женскими и сливаются с ними; 8 — у инфузорий образуются новые макронуклеусы и обе особи расходятся.

вещества, происходящего из двух различных клеток. В результате слияния ядер различного происхождения организмы обеих инфузорий «обновляются» и повышается их жизненность.

При наступлении неблагоприятных условий (например, при высыхании водоема) многие инфузории одеваются более плотной оболочкой — цистой — и в таком виде способны оставаться долгое время в состоянии «скрытой жизни». Одетую цистой инфузорию вместе с пылью может подхватить ветер и отнести ее в какой-нибудь другой водоем. Там она освободится от своей скорлупы и снова начнет вести деятельную жизнь.

Любопытно, что образования цист (инцистирования) долгое время не удавалось обнаружить как раз у наиболее общеизвестных и, казалось бы, особенно хорошо изученных инфузорий — парамеций, которые с этой стороны казались каким-то непонятным исключением среди других инфузорий. И только в недавние годы рус-

ской исследовательнице Михельсон удалось увидеть цисты парамеций. Оказалось, что они имеют угловатую форму и по внешности похожи на мельчайшие песчинки, почему на них и не обратили внимания прежние наблюдатели.

Другие инфузории. Кроме парамеций, или туфельек, в прудовой воде живет много других видов инфузорий.

По нитям водорослей и по другим подводным предметам медленно передвигается сравнительно крупная хищная *цетинорожка*, или *стилонихия*, поедающая других инфузорий. Тело у нее имеет приплюснутую форму, и на ее брюшной поверхности, где расположено ротовое отверстие, реснички видоизменены в довольно толстые щетинки, при помощи которых стилонихия ползает, точно на коротких ножках (рис. 31).

Кроме свободноплавающих и ползающих инфузорий, есть в наших прудах инфузории сидячие, прикрепляющиеся к водным растениям, к камням и другим предметам. Таковы *сувойки*, иногда образующие на подводных предметах целые заросли. Тело сувойки имеет форму колокольчика, сидящего на длинном стебельке (рис. 31.) Реснички у сувойки имеются

Рис. 31. Ресничные инфузории:

А — стилонихия; Б — сувойки на нити водоросли-спирогиры. Наверху изображены пищевые частицы, приносимые «водоворотом» к ротовому отверстию. Две сувойки готовятся к делению.



только по краю колокольчика, и движение их вызывает маленький водоворот, пригоняющий к ротовому отверстию разные мелкие частицы, которые могут служить пищей (отсюда и название инфузории, так как в северных районах нашей страны слово «сувой» означает водоворот). Время от времени стебельки сувоек быстро сокращаются, принимая форму спирали, а затем выпрямляются снова. Таким движением сувойка, во-первых, может избавиться от опасности и, во-вторых, размешивает и обновляет вокруг себя воду.

При размножении тело сувойки делится продольно, так что на стебельке оказываются две клетки; затем одна из них отделяется и уплывает при помощи ресничек, которые к этому времени образуются у нее на заднем конце. Наконец она спускается на какой-нибудь предмет и на заднем конце ее вырастает стебелек. Так происходит расселение сувоек по водоему.

Сидячий образ жизни ведет отчасти и *стентор*, или *трубач*, — крупная инфузория, получившая свое название за сходство с трубой из духового оркестра (рис. 32).

Кроме водоемов, инфузории в большом количестве были обнаружены и во влажных почвах.

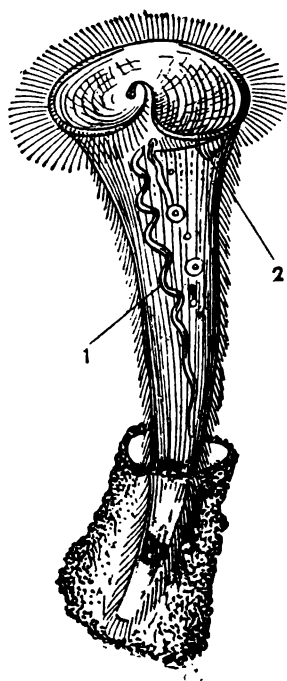


Рис. 32. Трубач (стен-
тор):

1 — большое ядро; 2 — вы-
водное отверстие.

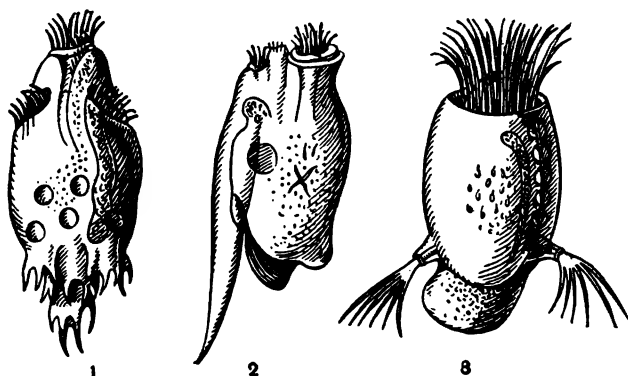


Рис. 33. Инфузории офриосколециды:

1 и 2 — из желудка жвачных; 3 — из слепой кишки лошади.

Немало среди инфузорий и паразитических форм, живущих в теле других животных. Есть инфузории, паразитирующие в кишечнике человека и вызывающие опасные заболевания. Особенно много инфузорий живет в пищеварительных органах травоядных млекопитающих (рис. 33): так, общий вес инфузорий, населяющих рубец быка, то есть тот отдел его желудка, где корм подвергается брожению, достигает 3 кг. Однако эти инфузории не только не причиняют вреда здоровью травоядных животных, но, по-видимому, способствуют перевариванию грубых растительных кормов.

Опалины и их место в системе. В самом заднем конце кишечника лягушки обитают довольно крупные одноклеточные организмы — *опалины*, представляющие собой благодатный объект для непосредственных наблюдений: размеры их достигают 1 мм, и потому их можно заметить даже невооруженным глазом и рассмотреть (правда, лишь в общих чертах) при помощи лупы (рис. 34). Чтобы добыть опалин, нужно у вскрытой лягушки вырезать прямую кишку вместе с клоакой, положить ее на лабораторное «часовое стекло» или маленькое блюдечко, а затем выдавить содержимое этого отрезка и разбавить его несколькими каплями физиологического раствора (в данном случае 1 г поваренной соли на 125 см³ воды): к существованию в пресной воде организм опалины не приспособлен.

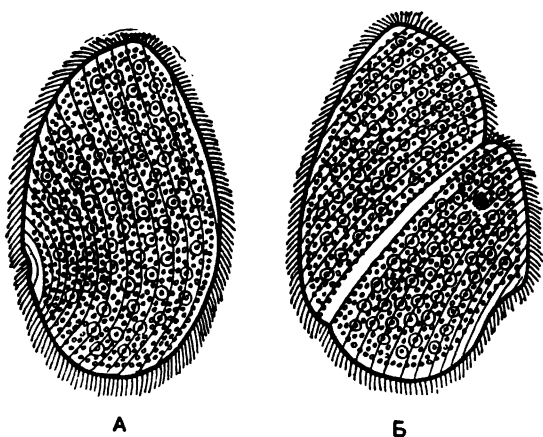


Рис. 34. Опалины:

А — целое животное; Б — деление опалины на две особи.

Помимо своих крупных размеров, опалины интересны еще рядом особенностей: присутствием большого числа ядер (в связи с относительно крупными размерами одноклеточного тела), отсутствием ротового отверстия (в связи с обитанием в кишечнике, где возможно осмотическое питание органическими растворами), а также отсутствием сократительных вакуолей, через которые у пресноводных инфузорий удаляется избыток воды.

До недавнего времени опалин причисляли к ресничным инфузориям, на которых они похожи по внешнему виду, однако современные протистологи (специалисты по простейшим) относят их в качестве особого отряда к другой группе простейших — к *классу жгутиковых* (см. далее стр. 43).

Амебы

По сложности своего строения (в пределах одноклеточной организации) инфузории представляют собой высший класс среди других простейших, и, казалось бы, не с них, а с форм действительно наиболее простого строения следовало бы начать ознакомление с типом простейших, как это и делается во всех вузовских учебниках. Однако по соображениям методического порядка автору этой книги представляется более целесообразным начать

изучение простейших именно с инфузорий: живой материал по ним более доступен для непосредственных наблюдений, на нем легче приобрести навыки изучения «мира в капле воды» и вместе с тем получить и общее ориентировочное представление о внешности и размерах существ из этого мира, скрытого от наших глаз в повседневной жизни. И уже на этой основе от монографического изучения инфузорий удобнее перейти к *амебе* — животному организму, действительно наиболее простому по своему строению (правда, далеко не все методисты-биологи разделяют такую точку зрения, считая, что и в школе изучение животного мира должно начинаться с амебы).

По сравнению с инфузориями тело амебы имеет гораздо более простое строение (рис. 35). Оно состоит из комочка полужидкой, тягучей протоплазмы, внутри которой заключено одно круглое ядро. Протоплазма на поверхности не выделяет оболочки, и потому амеба не имеет постоянной формы. То на одном, то на другом месте ее тела вытягиваются выросты протоплазмы — так называемые ложноножки. Постепенно в вытянувшуюся ложноножку переходит все больше и больше протоплазмы, а ложноножки с противоположной стороны сокращаются; в результате амеба медленно переползает с места на место.

«Поймать» амебу можно следующим способом. На поверхность культуры, в которой могут быть амебы, осторожно кладут покровное стеклышко (благодаря поверхностному натяжению жидкости и своему легкому весу оно не потонет). Через сутки покровное стеклышко снимают и переносят на предметное стекло, покрыв им капельку воды, взятой с поверхностного слоя той же культуры. Рассматривают препарат под микроскопом, не отвлекаясь на наблюдения над инфузориями и другими существами. Поиски амеб требуют большого внимания: вначале потревоженные амебы имеют вид округлых комочков и только некоторое время спустя начинают менять свою форму и выпускают ложноножки. Название «амебы» относится не к одному зоологическому виду, а к целому отряду, заключающему в себе ряд отдель-

ных родов и видов, различающихся между собой и по размерам, и по характеру очертаний ложноножек, и по образу жизни.

Несмотря на простоту своего строения, амёбы обнаруживают все основные свойства, присущие животному организму. При резких толчках, при прибавлении к воде некоторых веществ амёба втягивает все свои ложноножки и принимает шарообразную форму; следовательно, амёба обладает раздражимостью: она отвечает определенным образом на изменения внешних условий, на механические и химические раздражения. Амёба, как уже было сказано, передвигается при помощи своих ложноножек. Далее, амёбы питаются: прикасаясь к какой-нибудь бактерии или мелкой водоросли, она обволаки-

вает ее своими ложноножками: погруженная в протоплазму добыча переваривается, ее питательный материал усваивается амёбой, то есть переходит в состав ее протоплазмы, а непереваренные остатки выбрасываются вон. Внутри тела появляется светлый водянистый пузырек, который вскоре исчезает, выбрасывая жидкость наружу, а затем образуется снова; это сократительная вакуоля, через которую происходит выделение излишней воды и продуктов распада протоплазмы. В кипяченой воде, лишенной кислорода, амёба погибает; следовательно, кислород необходим ей для дыхания.

В результате совершающегося обмена веществ тело амёбы растет. Достигнув своей предельной величины, амёба размножается путем деления: делится ядро, обе половинки его расходятся в стороны, между ними на теле образуется перетяжка, и, наконец, из одного материнского организма образуются две самостоятельные, дочерние амёбы.

При наступлении неблагоприятных условий амёба выделяет на поверхности тела цисту и впадает в состояние скрытой жизни. В таком виде амёба напоминает спору грибов или других бесцветковых растений.

Раковинные корненожки

Те простейшие, для которых характерно отсутствие сплошной оболочки, одевающей тело, и которые передвигаются и захватывают пищу с помощью ложноножек, составляют класс *корненожек*, или *саркодовых*. Из них, кроме различных амёб, в наших прудах и наполненных водою канавах живут также раковинные корненожки — *арцеллы* и *диффлюгии* (рис. 36). Их, как и голых амёб, можно извлечь для рассмотрения из «сырых» культур с илом и прошлогодними листьями.

Арцелл легко узнать по их буроватым прозрачным раковинам, имеющим форму шляпки гриба, причем отверстие раковины, через которое арцелла выпускает свои ложноножки, соответствует тому месту, где грибная шляпка соединяется с «пеньком». У *диффлюгий* раковины имеют овальную форму и образуются из

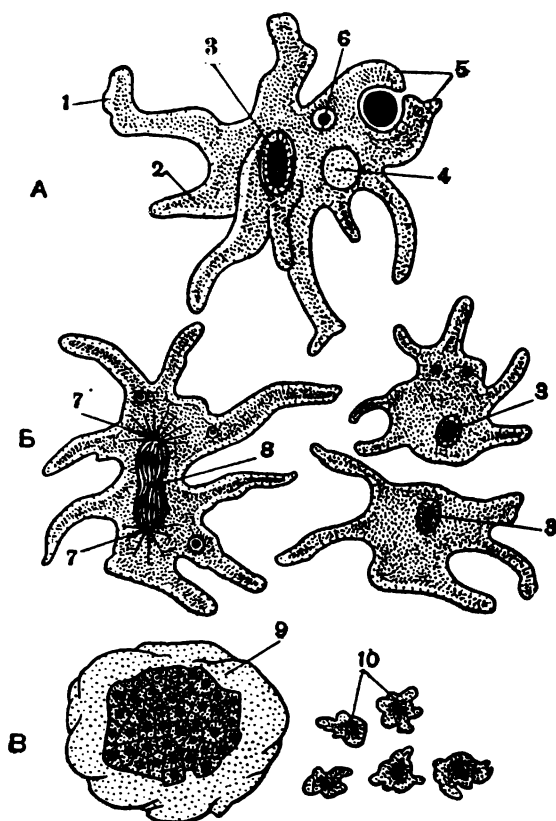


Рис. 35. Амёба-протей:

А — общий вид; Б — деление амёбы; В — инцистированная амёба после дробления; 1 — эктоплазма; 2 — антоплазма; 3 — ядро; 4 — пульсирующая вакуоля; 5 — ложноножки, захватывающие водоросль; 6 — пищеварительная вакуоля; 7 — центросомы; 8 — делящееся ядро (видны расходящиеся хромосомы); 9 — оболочка цисты; 10 — молодые амёбы.

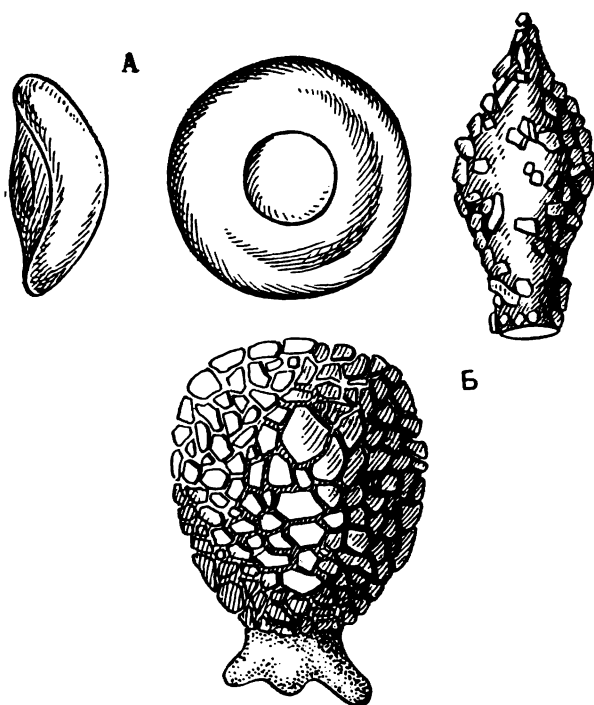


Рис. 36. Арцеллы (А) и диффлюгии (Б).

склеенных между собой мельчайших песчинок.

В школьной практике рассматривание под микроскопом раковинных корненожек, так же как и различных форм инфузорий (названия которых вовсе не обязательно сообщать учащимся, чтобы не загружать их память), желательно провести в порядке внеклассных занятий. Работа с микроскопом должна расширить представление учащихся о простейших как о большой и многообразной группе животного мира, отнюдь не сводимой к тем нескольким «представителям», о которых говорится в школьном учебнике.

Место простейших в системе животного мира

Ученым XVIII века далеко не сразу удалось разобраться в том мире мельчайших существ, который они увидели под стеклами своих еще далеких от совершенства микроскопов. Одни из них считали эти существа не самостоятельными видами

животного царства, а только зародышами каких-либо насекомых или других уже известных животных форм, в подкрепление такого взгляда они ссылались на то, что, по свидетельству Библии, бог показал первому человеку всех созданных им животных, и поэтому среди них не могло быть существ, которых творец утаил от человеческого глаза. Другие же видели в этих существах действительных зверюшек в миниатюре и дополняли фантазией смутные картины, которые давали им микроскопы того времени, наделяя этих животных зубастыми пастями и прочими звериными атрибутами. Знаменитый Бюффон, наоборот, отказывался видеть в них живые организмы, а считал их только элементами организмов, органическими молекулами. А современник Бюффона Карл Линней, основатель научной классификации животных, в своей «Системе Природы» поместил всех наших простейших в самом конце своего «класса червей» и объединил их в один род с выразительным названием Chaos («хаос»). Таким названием он выразил ту мысль, что, как добросовестный наблюдатель, привыкший иметь дело с конкретными объектами, он не берется разобраться в этом хаосе форм, и мы можем его понять, если обратимся к современному ему смутным и полуфантастическим изображениям «анималькулей», как их воспринимал глаз микроскопистов той эпохи.

Однако уже в 1773 году датский зоолог Оттон Мюллер попытался разобраться в настоячных анималькулях и классифицировать их в духе линнеевской системы, а в 1775 году в Страсбурге вышло на латинском языке замечательное для своей эпохи исследование «украинорусса» Мартына Тереховского — его «зоолого-физиологическая» докторская диссертация «О хаосе инфузорий Линнея».

В своей диссертации Тереховский, опровергая фантастические догадки Бюффона, во-первых, установил животную природу «инфузорий» и, во-вторых, экспериментальным путем доказал, что и эти существа не появляются путем самозарождения, предварив этим почти на сотню лет открытие Пастера. «Многое убеждает нас в том, — писал он, — что родители или

по крайней мере яйца и зародыш нали-
вочных анималькулей вносятся с обыкно-
венной водой, которую мы берем для на-
стоев, и здесь вследствие благоприятного
тепла и наличия подходящей пищи под-
держиваются, распространяются и раз-
множаются» (в XVIII веке еще не были
известны цисты простейших, с помощью
которых они могут распространяться и че-
рез воздух)¹.

Название «простейшие» (Protozoa) мик-
роскопически мелкие формы получили
еще в 1820 году, то есть задолго до по-
явления клеточной теории. Однако пра-
вильно разобраться в их строении меша-
ло то обстоятельство, что многие исследо-
ватели первой половины XIX века при-
числяли к инфузориям и коловраток —
также микроскопически мелких, но уже
многоклеточных животных, имеющих с
инфузориями только некоторое чисто
внешнее сходство (см. рис. 99) — резуль-
тат конвергенции, то есть приспособления
к сходным условиям жизни (современные
зоологи рассматривают коловраток как
особый класс среди низших червей). По
аналогии с коловратками искали соответ-
ствующие системы органов и у настоящих
инфузорий, описывая, например, их ядра
как органы половой системы.

Появление в 1839 году клеточной тео-
рии строения животных определило поло-
жение простейших в зоологической систе-
ме: простейшие — это животные одно-
клеточные, животные, тело которых
состоит из одной-единственной клетки.

Однако это привычное для нас опреде-
ление уже в XX веке вызвало возражение
со стороны английского зоолога Добелла:
раз название клеток дается элементарным
частям организма, то уже неправомерно
применять его к целым и полноценным
организмам, каковыми являются простей-
шие. Такая мысль явилась результатом
критического пересмотра воззрений зна-
менитого в свое время Вирхова, который
считал организм чем-то вроде «государ-

ства клеток», а его клетки — элементар-
ными организмами, отдельными «гражда-
нами» этого государства. С точки зрения
наших современных представлений об ор-
ганизме как едином целом механистиче-
ская концепция Вирхова не может быть
признана правильной, и истина здесь как
будто на стороне Добелла; однако здесь
Добелл и его единомышленники оказа-
лись в плену чисто формальной логики с
ее односторонним подходом к предмету,
игнорирующим его развитие. С морфоло-
гической стороны организм из типа про-
стейших, несомненно, представляет собой
одну клетку (иногда даже довольно про-
стого строения — вспомним амебу) и в
этом отношении соответствует клеткам
любого многоклеточного; в то же время
в физиологическом отношении и со сторо-
ны экологии единственная клетка инфузо-
рии или амебы является полноценным,
самостоятельно живущим организмом, вы-
полняющим все свои жизненные функции
и аналогичным целому многоклеточному
организму, а не его бесчисленным отдель-
ным клеткам. Однако и эти узко специа-
лизированные клетки образуются, как мы
знаем, в результате дробления однокле-
точного яйца. А с другой стороны, даже
в нашем, человеческом организме некото-
рые клетки, а именно лейкоциты, или бе-
лые кровяные тельца, в значительной
мере сохраняют свою самостоятельность и
не только по виду, но и по своим жизнен-
ным отправлениям напоминают амев.

Таким образом, нам нет надобности ме-
нять привычное определение типа про-
стейших и, вслед за Добеллом, называть
простейшие организмы «неклеточными».

На границе животного и растительного мира

«Цветение» воды

Одноклеточные водоросли. В летнее вре-
мя многие пруды «зацветают»: вода в них
теряет свою прозрачность и становится
зеленой. Исследование такой воды под
микроскопом обнаруживает присутствие в
ней множества одноклеточных зеленых
водорослей. Чаще всего это будут *хлами-*

¹ Подробнее о М. М. Тереховском (1740—
1796) см. в книге С. Л. Соболя «История микро-
скопа и микроскопических исследований в
России в XVIII веке», изд. АН СССР, 1949 (в
ней помещен и перевод диссертации Терехов-
ского).

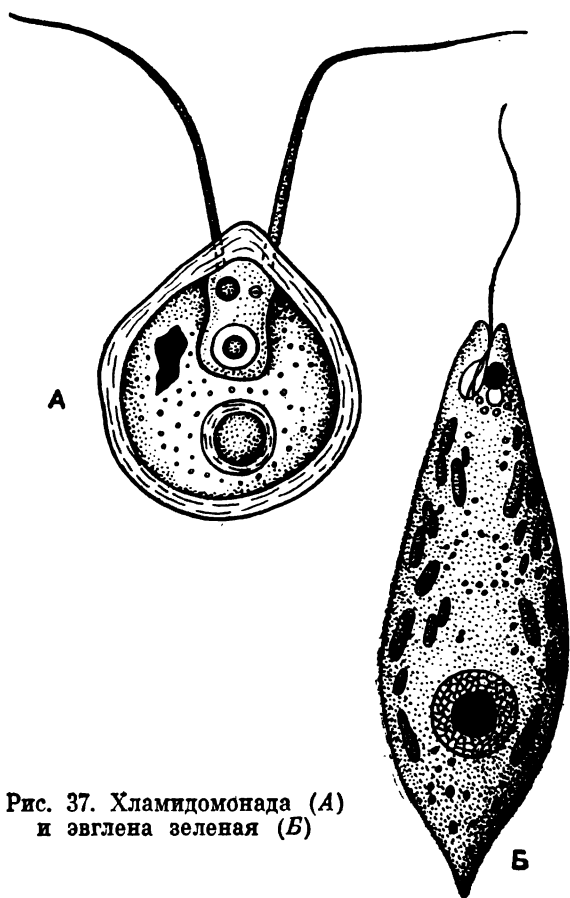


Рис. 37. Хламидомонада (А)
и эвглена зеленая (Б)

домонады,двигающиеся в воде при помощи пары нитевидных жгутиков (рис. 37, А). Более широкую, заднюю часть в овальном тельце хламидомонады занимает хроматофор — носитель зеленой окраски. Ближе к переднему, бесцветному концу тела внутри клетки виднеется слегка просвечивающее ядро. У поверхности тела видна маленькая красноватая точка — «глазок»; это пятнышко, сильно поглощающее световые лучи, дает хламидомонаде возможность воспринимать световые раздражения. Так как хламидомонада, как и всякое зеленое растение, нуждается в свете, а вместе с тем она способна двигаться, то нетрудно понять, какое значение для нее имеет чувствительный к свету «глазок».

Очень похожее строение имеют и подвижные споры некоторых нитчатых зеленых водорослей — тех растений, которые в виде нежного зеленого пушка покрывают подводные предметы. Таким образом, нитчатые водоросли — несомненно, раститель-

ные организмы и притом многоклеточные — в своем развитии проходят стадию, соответствующую по типу строения одноклеточной хламидомонаде. Ботаники объединяют все такие формы — и одноклеточные и многоклеточные — в один *тип зеленых водорослей* и без всякого колебания относят их к растительному миру.

Эвглена зеленая. Однако организмы, вызывающие «цветение» воды, не во всех случаях оказываются одинаковыми. Если взять зеленую пленку с поверхности небольшой лужи, застоявшейся на проезжей дороге или около скотного двора, из сточной канавы, прорытой в унавоженной почве огорода, то мы увидим под микроскопом зеленые одноклеточные организмы несколько иного типа, чем те, которые живут в больших и более чистых прудах. Тело у них стройное и продолговатое с одним жгутиком (рис. 37, Б). Присутствие хлорофилла придает им зеленый цвет, а маленький красноватый «глазок» на переднем конце вполне соответствует такому же «глазку» у хламидомонады и у подвижных спор нитчатых водорослей. Проба йодом обнаружит присутствие крахмала, а это указывает на то, каким способом питается данный организм.

Казалось бы, перед нами опять какая-то одноклеточная зеленая водоросль или подвижная спора какой-нибудь водоросли-нитчатки. Однако попробуем поместить культуру *эвглен* (так называются эти организмы) в полную темноту, прибавив к воде картофельного отвара, и продержим ее там дней 20—25. Мы увидим тогда, что эвглены не погибли в темноте, хотя и лишились своей зеленой окраски.

Значит, в отличие от настоящих зеленых растений, они могли обойтись без света и питаться за счет тех органических веществ, которые были в картофельном отваре. Более тщательные исследования обнаружили у эвглен и маленькое ротовое отверстие. Таким образом, эвглена находится как бы на грани между животным и растительным миром: присутствие хлорофилла, наличие «глазка» и способность вырабатывать на свету крахмал сближают ее с зелеными водорослями, а наличие ротового отверстия и возможность обходить-

ся без хлорофилла и без света заставляют отнести ее к животному миру — к *классу жгутиковых*, или *биченосцев*.

Один из ближайших к зеленой эвглене видов *эвглена кровавая* имеет, кроме хлорофилла, еще вещество красного цвета и, когда появляется в массовом количестве, вызывает кроваво-красное «цветение» воды. Это явление в прежние времена вызывало у населения ужас: полагали, что из земли чудесным образом выступила кровь, предвещая кровавые войны и другие бедствия.

«Земляное масло» и «волчье молоко»

К числу организмов, которые почти с одинаковым правом могут быть отнесены к растительному и животному миру, принадлежат также *слизевики*, или *слизистые грибы*.

«Земляное масло». Летом в «грибное» время в лесу часто попадаются на пнях и на гнилых валежниках яркие пятна оранжевой или желтой слизи. По густоте эта слизь бывает похожа на сметану, а по цвету иногда напоминает яичный желток (рис. 38).

Местами такую слизь называют в народе «земляным маслом», а автору этой книги довелось слышать в деревне мнение, будто слизь эта остается от не вполне растаявшего поутру ночного тумана.

Если наблюдать за таким слизистым комком, то можно заметить, что он меняет свои очертания и постепенно переползает с одного места на другое. Следовательно, это живое существо. По характеру своего передвижения и по своему строению оно напоминает нам гигантскую амёбу с той, однако, разницей, что у микроскопической амёбы имеется только одно ядро, а в теле (плазмодии) слизевика разбросано множество мелких ядер.

Поселяясь на разлагающейся сырой древесине или на других растительных остатках, слизевики питаются там органическими растворами; это тот способ питания, который характерен для всех грибов. Но в отличие от настоящих грибов, у которых клеточки бывают одеты оболочками, голый плазмодий слизевиков захватывает и твердые пищевые частицы и в этом

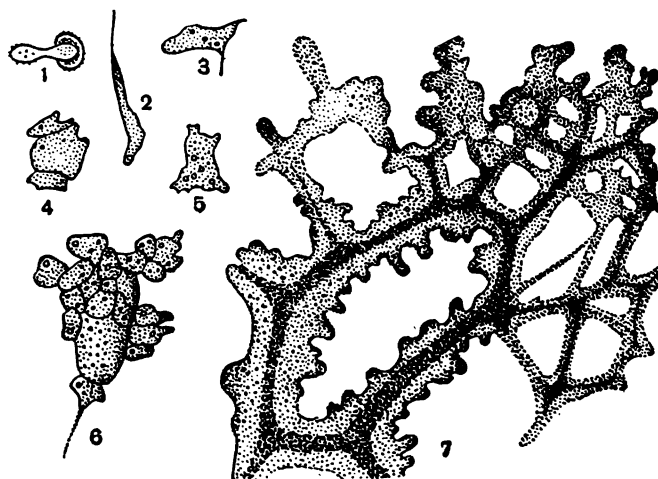


Рис. 38. Слизевик этилий («земляное масло»):

1 — проросшая спора; 2 — жгутиконосная зооспора; 3 — превращение зооспоры в миксамёбу; 4 и 5 — миксамёбы; 6 — начало образования плазмодия; 7 — плазмодий (фиг. 1—6 сильно увеличены).

отношении обнаруживает сходство уже с амёбой и вообще с животным организмом.

Пока слизевик растет и питается, он удаляется от света и держится более влажных мест, но в период размножения он вползает на верх пенька и здесь образует плодовое тело, имеющее у «земляного масла» форму плоской лепешки, а по своему значению в жизни организма соответствующее плодовому телу настоящих грибов. Снаружи плодовое тело одевается корочкой, а внутри оно разделяется на множество мелких темных спор — отдельных покоящихся клеток, одетых твердой оболочкой и заключающих в себе по одному ядру.

Наконец сухая оболочка плодового тела лопается, мелкие, микроскопические споры выдуваются ветром и рассеиваются по лесу. Такое же рассеивание спор легко можно наблюдать у грибов-дождевиков, образующих так называемый «чертов табак». Как и у настоящих грибов, в подходящих условиях влажности и питания эти споры прорастают (мы можем искусственно прорастить их в капельке отвара из коры или капустных листьев), но вместо нитей грибницы мы увидим под микроскопом маленькую подвижную клетку с жгутиком на конце. Вскоре жгутик исчезает, и организм превращается в бесформенную голую клетку, которая по своим

движениям и по способу питания очень напоминает амёбу. Эти амёбообразные тельца питаются, размножаются делением, а затем начинают сливаться вместе, образуя уже знакомый нам крупный, многоядерный плазмодий, который мы уже не можем назвать ни одноклеточным, ни многоклеточным организмом.

Таким образом, в течение своей деятельной жизни (и особенно на ранних стадиях развития) слизевики обнаруживают большое сходство с простейшими животными, тогда как образование плодовых тел со спорами сближает их с грибами. Поэтому ботаники считают их за растения и выделяют в особый тип «слизистых грибов», а некоторые зоологи видят в них простейших животных и относят их к классу саркодовых (корненожек), куда относятся и настоящие амёбы. В действительности же мы имеем здесь те организмы, которые, по выражению Энгельса, как будто издеваются над существующими классификациями и, ломая окостенелые границы между отдельными «царствами» животных и растений, свидетельствуют нам о единстве всего органического мира.

«Волчье молоко». К группе слизевиков принадлежат также те красные, как коралл, шарики величиной с горошину, которые в «грибное» время появляются на старых пнях и на гниющих стволах поваленных деревьев (рис. 39).

На первый взгляд такой шарик кажется плодовым телом какого-то гриба; но если мы попробуем снять его пальцами, то от грубого прикосновения оболочка шарика лопнет и из нее вытечет нечто вроде густых сливок, но только красного цвета; отсюда и название «волчье молоко», данное этому организму, очевидно, в предположении, что у такого кровожадного хищника, как волк, даже и молоко должно выступать кроваво-красными каплями.

Если бы мы имели дело с настоящим грибом, то его плодовое тело представляло бы собой похожую на войлок ткань из

сплетения тонких нитей (гиф); здесь же у нас между пальцами растечется скопление полужидкой протоплазмы, содержащей внутри множество ядер. Если же оставить красный шарик дозреть на своем месте, то он побуреет и содержимое его распадется на множество спор, которые рассеются при посредстве ветра или воды, когда будет разрушена наружная корочка, одевающая плодовое тело, подобно тому как это происходит у грибов-дождевиков.

В отличие от «земляного масла», ползающего по поверхности коря или валежника, «волчье молоко», подобно грибнице у грибов, живет скрыто — в тканях полугнилой древесины — и выходит наружу только при образовании спороносных плодовых тел — уже знакомых нам красных шариков.

К числу слизевиков принадлежит также паразитический организм, обитающий в корнях капусты и вызывающий тяжелое повреждение этого растения — «капустную килу».

Такие слизевики, как «волчье молоко» и особенно «земляное масло», помимо своего спорного положения в общей системе органического мира, представляют большой интерес еще и в другом отношении: на них мы можем видеть и непосредственно, голый рукой, осязая голую протоплазму — ту основу всего живого, которая в других случаях бывает представлена или недоступными для невооруженного глаза микроскопически мелкими тельцами амёб или вместе с целым рядом других веществ рассеяна по бесчисленным клеткам сложных организмов. Об этом и следует вспомнить во время летней прогулки в лесу и, найдя «земляное масло» или «волчье молоко», не упустить возможности пронаблюдать за этими своеобразными организмами и непосредственно видеть и осязая настоящую живую протоплазму.

Малярийные паразиты

Малярия, или перемежающаяся лихорадка. С давних пор человечеству были известны изнурительные болотные, или перемежающиеся, лихорадки, приурочен-

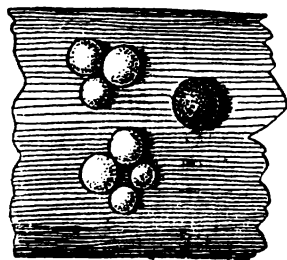


Рис. 39. Слизевик «волчье молоко».

ные к местностям, изобилующим стоячей водой, и особенно сильно свирепствовавшие в странах с более теплым климатом. «Переменяющимися» эти болотные лихорадки были названы потому, что обычно они выражаются отдельными приступами, которые повторяются через два или три дня, а в промежутках сменяются безлихорадочным состоянием.

В еще сравнительно недавние времена — почти до конца XIX века — распространение болезни приписывалось «нездоровому климату» сырых, «лихорадочных» местностей, главным образом «вредным испарениям», или «миазмам», поднимающимся от болот. Отсюда и возникло ставшее теперь общеупотребительным итальянское название малярия, дословно означающее «дурной (т. е. вредный) воздух».

В таких стяжавших себе дурную славу местностях малярия годами мучит людей, доводя их до полного истощения и преждевременной смерти. Трудно себе и представить неисчислимые потери, которые несли народности, попадавшие в очаги малярийных заболеваний. Так, например, в Индии в конце прошлого столетия на долю малярии приходилось до 40% всех смертных случаев. При этом во многих тропических странах было замечено, что туземцы все же оказываются менее восприимчивыми к малярийной инфекции, чем европейские переселенцы. Это значит, что в данной области в течение многих столетий происходило вымирание людей, более подверженных заболеваниям и менее выносливых, и что здесь могли уцелеть и продолжить свой род только люди с организмом более стойким против этого стихийного бедствия.

Старинная медицина была бессильна перед малярией, и в средние века испуганному воображению людей лихорадки представлялись в образе двенадцати или девяти сестер — крылатых дев с распущенными волосами, а избавления от них искали в магических заговорах или в небесной помощи архангела Михаила и святых Сисинии и Фотинии.

Только в XVII столетии испанские завоеватели узнали от туземцев Южной Америки о целебных противолихорадоч-

ных свойствах горькой коры хинного дерева, произрастающего по горным склонам в Перу и в других прилегающих странах. Хинная корка, а позднее вырабатываемый из нее лекарственный препарат хинин получили широкое распространение в медицинской практике и в общем давали хорошие результаты, хотя до конца прошлого столетия у врачей не было ясного представления о природе переменяющихся лихорадок и о причинах заболевания¹.

Правда, еще сто лет назад, в 1861 году, русский военный врач Г. Ф. Логинovich обнаружил в крови больных малярией темные тельца, впервые применив микроскоп для диагностики малярии, которую он и назвал «чернокровием». Через десять лет, в 1871 году, доктору Щеглову удалось проследить под микроскопом уже самый ход изменений, происходящих в красных кровяных тельцах больного, но самая природа этих изменений (выражающих, как мы знаем теперь, различные фазы развития малярийных плазмодиев) еще не была разгадана. В 1879 году возбудителя малярии видел и описал доктор В. И. Афанасьев. Вскоре, в 1881 году, французский врач Лаверан дал более подробное описание малярийного паразита и развития его в крови человека; работа Лаверана получила широкую известность, и до недавнего времени открытие возбудителя малярии, получившего первоначально имя Наематоеба *la-veranii* («кровяная амеба Лаверана»), связывалось в литературе с именем этого автора.

Итак, возбудитель болезни был найден, но пути заражения все еще оставались не выясненными в течение целого ряда лет; предполагалось, что больной мог получить возбудителя болезни либо через носящиеся в воздухе «миазмы», либо через питьевую воду.

Позднее тот же Лаверан, а за ним и другие врачи, изучавшие малярию, высказали мысль, что эта болезнь, по всей вероятности, передается от одного человека

¹ В настоящее время для лечения малярийных больных применяется и ряд других препаратов: акрихин, плазмодид, бигумаль, сульфадiazин, палюдрин.

к другому через посредство какого-нибудь кровососущего насекомого, и, наконец, — уже в начале текущего столетия — итальянскому профессору Грасси удалось выяснить, что переносчиками малярии оказываются комары из рода анофелес, и проследить весь цикл развития малярийного паразита. Вскоре было обнаружено

также, что различные формы перемежающейся лихорадки — трехдневная, четырехдневная и так называемая тропическая — вызываются тремя отдельными видами малярийных паразитов, различающимися между собой главным образом темпами развития.

Таким образом, с начала XX века борьба с малярией получила твердую научную основу и тогда в сравнительно короткое время могла достигнуть больших успехов.

Ход развития малярийного плазмодия. Оказалось, что возбудитель малярии — *малярийный плазмодий* — передается человеку исключительно через укусы комаров, принадлежащих к роду *анопелес* (см. рис. 245), и притом только в тех случаях, если такой комар сам был заражен малярийным плазмодием, напившись где-нибудь крови малярийного больного.

В организм человека возбудитель малярии попадает вместе со слюной зараженного комара *анопелеса* в виде тонких веретеновидных клеточек — так называемых *спорозоитов* (рис. 40, 1). Кровеносная система разносит спорозоиты по всему телу, и часть их через печеночную артерию попадает в печень и там внедряется в печеночные клетки (рис. 40, 2—9); это пока еще скрытый период малярии, когда зараженный человек еще не ощущает приступов лихорадки.

В клетках печени паразиты разрастаются, а затем распадаются на мелкие дольки — *мерозоиты*, которые попадают в общее кровяное русло и уже в таком виде внедряются в красные кровяные тельца — эритроциты. Внутри эритроцита паразит изменяет свой внешний вид (рис. 40, 10—15) и становится похожим на амёбу (отсюда и его старое название «*кровавая амёба*»). Он заполняет собой весь объем пораженного им кровяного тельца, а затем дробится сразу на мелкие дольки — *мерозоиты* (рис. 40, 16). Тогда кровяные тельца, в которых

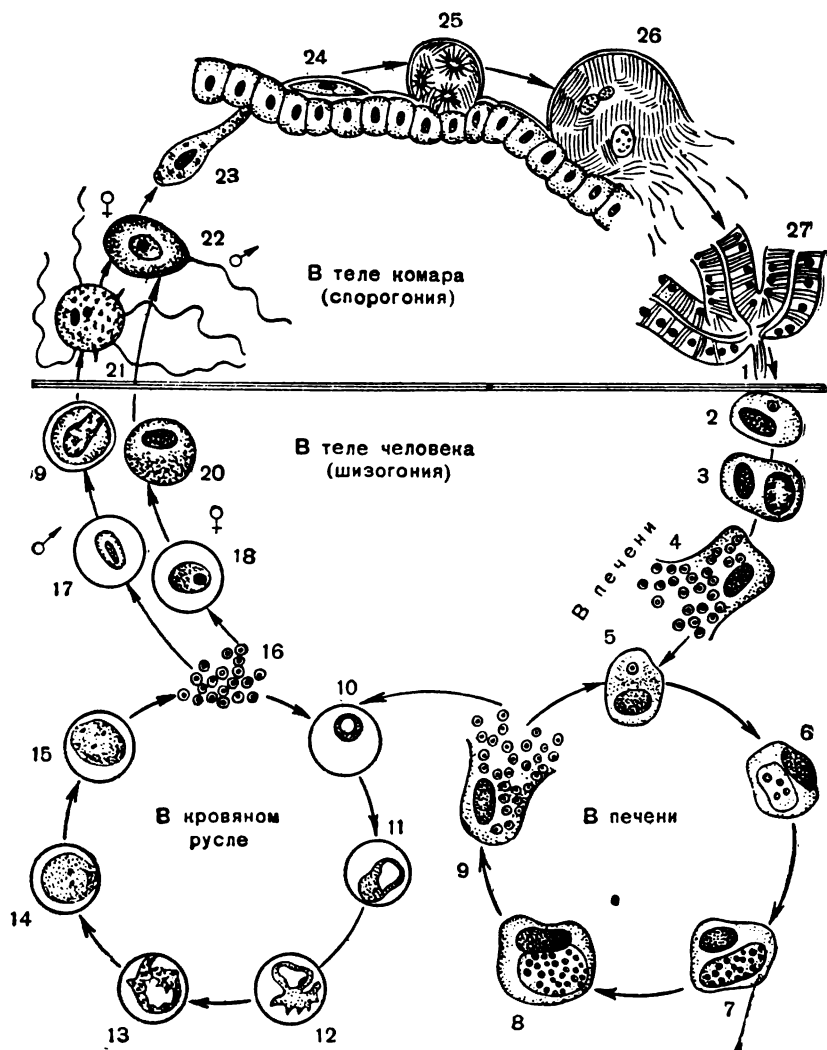


Рис. 40. Цикл развития возбудителя трехдневной малярии:

1 — спорозоит, выходящий из слюнной железы в слюну комара; 2—4 — развитие спорозоита в клетке печени и (4) образование мерозоитов; 5—9 — развитие следующего поколения в тканевых клетках (напр., в печени); 10—15 — развитие внутри эритроцита; 16 — шизогония (процесс 10—16 многократно повторяется — см. стрелку 16—10); 17 и 19 — микрогаметы; 18 и 20 — макрогаметы в эритроцитах; 21 — образование микрогамет; 22 — копуляция макро- и микрогамет; 23 — оокинета, внедряющаяся в клетку желудка комара; 24 и 25 — образование желвака на поверхности желудка; 26 — развившиеся в желваке спорозоиты выходят в кровь комара; 27 — спорозоиты в слюнной железе.

развивались паразиты, окончательно разрушаются, молодые мерозоиты попадают в кровяную жидкость (рис. 40, 16), а затем проникают в новые кровяные тельца. Там повторяется то же самое (рис. 40, 10—16), и всякий раз, когда новые поколения мерозоитов выходят из разрушенных ими эритроцитов, больной чувствует приступ лихорадки.

Так в крови больного одни поколения плазмодиев сменяются другими, вызывая периодически повторяющиеся приступы «перемежающейся лихорадки», и этот процесс может продолжаться в течение многих лет, пока больной не излечится от своего недуга. Однако некоторая часть малярийных плазмодиев, разросшихся внутри эритроцитов, не приступает к дроблению, а превращается в особые «полулунные тельца» (рис. 40, 17—20), и дальнейшее развитие их пока приостанавливается.

Развитие плазмодия в теле анофелеса. Если теперь крови больного малярией насосется обыкновенный комар (с короткими щупальцами у основания хоботка), то все малярийные паразиты переварятся в его кишечнике; поэтому обыкновенные комары, хотя досаждают нам своими укусами, не могут заразить нас малярийными паразитами. Если же кровь больного попадет в кишечник комара анофелеса (с длинными щупальцами), то здесь развитие малярийных паразитов пойдет дальше (рис. 40, 20—27).

Из полулунных телец, попавших в кишечник анофелеса, образуются клетки двух родов: из одних мужские (микрогаметы), из других женские (макрогаметы). Происходит слияние мужских клеток с женскими (рис. 40, 21—22), и после этого оплодотворенные женские клетки внедряются в стенки кишечника комара, разрастаются там и, наконец, распадаются на множество уже знакомых нам продолговатых клеточек — спорозоитов. Эти клеточки снова попадают в кровь комара, а затем в его слюнные железы (рис. 40, 26—27).

Если теперь такой зараженный малярийными паразитами и по-своему болеющий комар анофелес вонзит свой хоботок в тело здорового человека,

он вместе со слюной введет в кровь и возбудителей болезни: человек заболевает малярией.

Борьба с малярией. Таким путем происходит передача заражения от человека к комару анофелесу и от него к другому человеку. Малярийный паразит проходит полный круг развития только при условии такой «смены хозяев», и если мы разорвем этот круговой путь, то и распространение малярии прекратится. Поэтому борьба с малярией ведется по двум линиям: 1) путем лечения больных малярией, которые могут быть источником заражения для окружающих, если в данной местности водятся комары анофелесы, и 2) путем борьбы с комарами, которые могут оказаться носителями и передатчиками малярии.

Развитие комаров происходит в стоячей воде — в прудах, озерах и болотах; поэтому комаров особенно много бывает в сырых и болотистых местностях и поэтому в таких именно районах особенно свирепствует малярия — «болотная лихорадка». Самки комаров откладывают яички на поверхность воды. Из яичек выходят маленькие личинки, которые живут в воде, но дышат атмосферным воздухом и потому держатся у самой поверхности, выставив наружу отверстие своей дыхательной трубки (см. рис. 248). Подростая личинка превращается в куколку, имеющую форму запятой (см. рис. 249) и также дышащую атмосферным воздухом. Наконец из куколки вылупляется взрослый комар; сначала он сидит на легкой пустой куколочной шкурке, из которой только что выбрался и которая плавает на воде, а потом, когда его покровы окрепнут, комар улетает.

Конечно, самое действенное средство для борьбы с малярией — это осушка болот и засыпка ненужных прудов, в которых развиваются личинки комаров. Но если стоячего водоема нельзя уничтожить, тогда для борьбы с комарами применяются другие способы. Пользуясь тем, что личинки и куколки комаров нуждаются в атмосферном воздухе, по поверхности пруда разбрызгивают нефть или керосин. Эти жидкости не смешиваются с водой и тончайшим слоем распливаются по поверх-

ности. Тогда отверстия дыхательных трубочек у личинок и куколок, поднявшихся наверх, попадают в слой нефти или керосина и эти личинки и куколки погибают. Такой способ борьбы с комарами применяется чаще всего и называется нефтеванием водоемов.

В странах с теплым климатом (в частности, в наших закавказских и среднеазиатских республиках) для уничтожения комаров в прудах и озерах, поселяют маленькую тропическую рыбку *гамбузию*, вывезенную с Антильских островов.

Конечно, осушка и нефтевание водоемов или заселение их гамбузией уничтожают не только комаров анофелесов, но и всех других комаров, которые так сильно досаждают своими укусами и человеку и животным. Таким образом, все эти мероприятия, направленные в первую очередь против распространения малярии, но же время способствуют и общему улучшению жизненных условий в сырых и болотистых местностях.

Особенно показательным в этом отношении примером может служить Черноморское побережье Кавказа, по которому в настоящее время почти непрерывной цепью тянутся здравницы, дома отдыха и туристские базы, ежегодно привлекающие сюда сотни тысяч трудящихся с различных концов нашего Союза. А между тем всего лишь сотню лет назад в военном укреплении на месте нынешнего Адлера за пять лет от малярии вымер весь гарнизон численностью в 922 человека. За один только 1845 год в войсковых частях по всей черноморской линии было убито в стычках с горцами 18 человек, а погибло от болезней — главным образом от малярии или на почве вызванного малярией ослабления организма — 2427. Неменьшая смертность свирепствовала и среди проникших туда вслед за русскими войсками мирных переселенцев. «В Абхазии, среди самой роскошной, но безлюдной природы, я видел целые кладбища и русских и немецких переселенцев, совершенно вымерших здесь в течение 8—10 лет от малярии» — так писал уже в начале XX века один из русских натуралистов.

Современные простейшие — особая ветвь развития животного мира

Сложность строения простейших. На примере инфузорий видно, насколько сложное строение имеют некоторые из так называемых «простейших» животных: мы можем называть эти организмы «простейшими» только в том смысле, что их тело образовано одной-единственной клеткой. Однако ее отдельные части имеют неодинаковое строение и несут различные жизненные отправления, подобно различным органам в теле высших животных.

Но даже если взять не инфузорию, а гораздо более простой по своему строению организм — амебу, то и здесь перед нами не просто отдельный комочек живого вещества, а тело, в котором есть обособленное от протоплазмы ядро; вдобавок это ядро имеет не менее сложное строение, чем ядра в клетках многоклеточного организма¹.

Современные простейшие — измененные потомки древних форм. Сравнительная сложность строения современных одноклеточных животных показывает, что их нельзя считать какими-то первичными организмами, в точности похожими на те древнейшие живые существа, которые впервые появились на Земле миллиарды лет назад. Кроме того, всякий организм должен быть приспособлен к тем условиям, в которых он живет (так как иначе он погибнет), а первые организмы появились на Земле при таких условиях, которые должны были сильно отличаться от наших современных. В ту эпоху на Земле был совсем иной климат, иной состав атмосферы, вокруг первичных организмов не было того многообразия животного и растительного мира, с которым теперь приходится сталкиваться каждому живому существу. Наши современные простейшие — это измененные потомки древних простейших организмов, прошедшие такой же длительный путь исторического развития, как и все

¹ В дополнение можно рекомендовать книгу Я. А. Цянгера «Простейшие» (М., Учпедгиз, 1947).

остальные живые существа: ведь еще в середине прошлого столетия опыты великого французского натуралиста Пастера доказали, что в современных условиях никакого «самозарождения» организмов не происходит.

Зависимость современных простейших от окружающих их современных условий, которых не было в прежние периоды истории Земли, особенно ясно видна на паразитических формах. Так, например, малярийные плазмодии, по простоте своего строения напоминающие амебу, могут жить только в крови человека и в организме комаров из рода анофелес. Значит, эти простейшие организмы в их современном виде могли появиться на Земле только тогда, когда уже существовал человек или его ближайшие родичи и когда среди двукрылых насекомых выделился род анофелес, а это произошло только к началу новой эры. До этого времени человеческих малярийных паразитов существовать не могло, а существовали какие-то другие формы простейших, которые были их предками.

Ископаемые простейшие. О том, что простейшие имеют свою историю, свидетельствуют ископаемые остатки древних форм, живших в прежние геологические эпохи и теперь уже не существующих.

Так, среди известняков, отложившихся еще в древнюю, или палеозойскую, эру, встречаются такие, которых несведущие люди принимали за «окаменелую рожь» или за «окаменелый ячмень». На самом деле такие известняки образовались не из окаменелых хлебных зерен, а из известковых раковин крупных морских корненожек *фузулины*, которые вымерли уже в конце древней эры (рис. 41, А).

Еще более крупные многокамерные корненожки — *нуммулиты* (рис. 41, Б) — жили в морях в самом начале новой эры; их закрученные спиралью раковины имели величину 15-копеечной монеты, а некоторые более редкие формы достигали даже 11—16 см в поперечнике (нуммулитовые известняки встречаются у нас в Крыму и в Армении). Однако до нашего современного геологического периода эти гигантские формы простейших не дожили, хотя в Северном Ледовитом океане и теперь

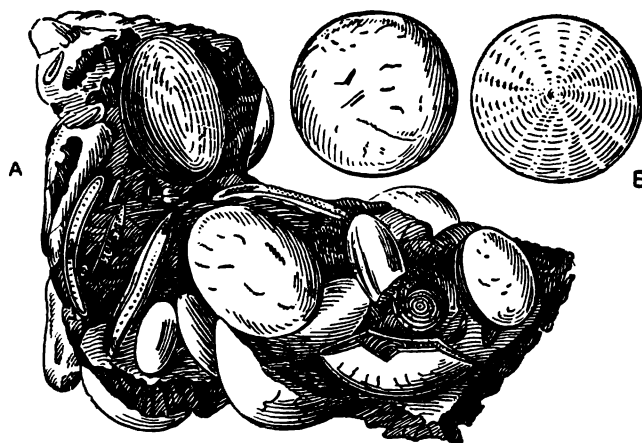


Рис. 41. Ископаемые многокамерные корненожки:

А — фузулины; Б — нуммулиты.

живут очень крупные многокамерные корненожки, достигающие в поперечнике 15 мм.

Жизненные преимущества одноклеточного строения. Вообще среди современных простейших очень мало крупных форм, заметных простым глазом: огромное большинство их — отдельно живущие клетки микроскопически малых размеров. Эта особенность одноклеточных животных имеет свои выгодные стороны, свои жизненные преимущества.

Подобно тому как в лесу вместе с крупными деревьями уживаются мхи и лишайники, так и в водоемах простейшие организмы благодаря своим ничтожно мелким размерам уживаются рядом с более крупными животными высших групп: те и другие не мешают друг другу. Высшие животные не могут оставить простейших без пищи, так как простейшие питаются такими мелкими частицами, какие не в состоянии использовать животные крупных размеров. Вместе с тем сами простейшие по своим микроскопическим размерам могут служить добычей только для очень мелких животных; более крупные хищники для них безопасны.

Далее, опять-таки благодаря своим мельчайшим размерам и способности одеваться цистой, простейшие легко расселяются по таким временным водоемам, как придорожные канавы, застоявшиеся

лужи, углубления, оставленные копытами животных. Конечно, животные высших типов (например, рыбы) по таким «водоемам» расселяться не могут.

Наконец, многие простейшие оказались хорошо приспособленными к обитанию в теле различных животных, куда они легко проникают благодаря своей незаметности (чаще всего попадают вместе с пищей).

При благоприятных температурных условиях ($22-24^{\circ}\text{C}$) и достаточном питании инфузории-туфельки делятся через каждые 8—12 часов; иначе говоря, число наличных инфузорий удваивается в 2—3 раза в сутки. Ясно, что ни одно из высших животных не может сравниться с простейшими по скорости размножения, в самые короткие сроки восстанавливающей тот урон, который причиняют им всякого рода хищники и прочие губительные для них обстоятельства.

Таким образом, простейшие — изменявшиеся потомки древнейших одноклеточных организмов — при своем одноклеточном типе строения оказываются и в современной природе наряду с организмами высших групп хорошо приспособленными

к тем условиям, в которых им приходится жить. Они распространены повсюду и образовали огромное многообразие форм: зоологи еще недавно насчитывали около 15 000 современных видов простейших. Теперь, когда исследователи добрались уже до самых глубин океана и обнаружили и там присутствие жизни, эта цифра, вероятно, окажется значительно преуменьшенной.

Благодаря своей огромной численности и ничтожной величине простейшие занимают важное место в общей жизни природы.

Простейшие — строители горных пород. Опустевшие известковые раковинки морских корненожек, постоянно, день за днем, тысячелетие за тысячелетием опускаясь на дно, образуют там слой вязкого беловатого ила. Так происходит теперь, так происходило и в прошлые геологические эры. Из подобного ила, отложившегося на дне морей в прошлые геологические периоды, впоследствии образовались мощные слои некоторых известковых горных пород.

Так, например, по берегам Волги целые толщи известняков оказываются состоящими из скоплений раковинок вымерших корненожек фузулин, тех самых, которых ошибочно принимают за окаменелые хлебные зерна. Известняки в Крымских горах, дающие там хороший строительный материал, заключают в себе скопление раковин гигантских корненожек нуммулитов. Обыкновенный мел сплошь состоит из микроскопически мелких раковинок морских корненожек (рис. 42) и в некоторых районах нашей страны залегает мощными пластами. Так, город Белгород получил свое название оттого, что там по обрывистым берегам и оврагам повсюду выступают обнажения сплошных белых толщ мела, отложившихся в конце средней эры.

Для того чтобы приготовить из мела микроскопический препарат и увидеть составляющие его раковинки, его не следует скоблить ножом: частицы мела нужно очень осторожно отмучивать при помощи кисти или при помощи потряхивания небольших кусочков в пробирке с водой. Мел необходимо взять такой, какой



Рис. 42. Мел под микроскопом.

не подвергали обжиганию или другой переработке, то есть кусок натуральной горной породы.

В народном хозяйстве известняки и мел разрабатываются как полезные ископаемые. В природе же эти горные породы служат тем источником, из которого ныне живущие организмы получают материал для образования в своем теле твердых скелетных частей: раковин, панцирей, костей. В воде, которая просачивается через почву, всегда есть в растворе углекислый газ, и, когда такая вода проходит через толщи известняков или мела, она понемногу переводит углекислый кальций в двууглекислую соль и выносит ее в реки, озера и моря. Там этот материал усваивается современными животными организмами и идет у них на образование твердых скелетных частей.

Так происходит в природе круговорот извести, и в этом процессе наряду с другими животными, обладающими известковым скелетом, принимают видное участие и различные формы простейших.

Простейшие — возбудители болезней. Многие простейшие ведут паразитический образ жизни и, поселяясь в теле животных и человека, оказываются возбудителями тяжелых и опасных заболеваний.

Таковы все формы, составляющие *класс споровиков*. Сюда относятся уже знакомые нам *малярийные плазмодии* — возбудители перемежающихся лихорадок; виды *кокцидий* — возбудители тяжелых заболеваний многих домашних животных; различные формы, вызывающие «кровоую мочу» у лошадей, пеприю у гусениц шелкопрядов, «пчелиный понос», опухоли на теле рыб.

Много опасных паразитических видов имеется также среди *класса жгутиковых*. Таковы различные виды *трипаносом*, паразитирующие в крови человека и млекопитающих животных, причем переносчиками болезней оказываются различные кровососущие насекомые.

Путешественники, исследовавшие в прошлом столетии внутренние области Африки, сообщали, что там водится ядовитая муха це-це, от укусов которой гибнут лошади и рогатый скот; укусы другой

очень похожей африканской мухи вызывают у людей так называемую «сонную болезнь», ведущую к полному истощению и смерти. Таким образом, распространение кровососущих мух создало почти непреодолимое препятствие для освоения этих богатых по своей природе областей: в одних местностях люди гибли от «сонной болезни»; в другой нельзя было держать ни лошадей, ни свиней, ни овец, ни крупного рогатого скота, то есть никаких домашних животных, кроме коз и ослов, у которых укусы мух не вызывали заболеваний.

Позднее было выяснено, что мухи це-це сами по себе не ядовиты, но своими укусами переносят трипаносом — возбудителей этих заболеваний.

Другие виды трипаносом вызывают болезнь пендинку («восточную язву») и лейшманиоз, или кала-азар, распространенные среди населения Средней Азии; переносчиками заболеваний и здесь оказались кровососущие насекомые, а именно москиты¹.

В настоящее время болезни, вызываемые трипаносомами, излечиваются путем впрыскивания в кровь особого препарата (германина), убивающего трипаносом.

Есть возбудители болезней и среди *корненожек*; сюда относится *дизентерийная амеба*, живущая в стенках кишечника и вызывающая одну из форм дизентерии, или кровавого поноса. Попадают эти паразиты в кишечник человека в виде цист вместе с пищей или сырой водой.

Общий ход развития типа простейших

Как уже говорилось, все современные простейшие — это измененные потомки древних одноклеточных форм. Однако у одной группы простейших эти изменения оказываются более значительными, чем у других, у которых полнее сохранился более древний тип строения.

¹ О пендинке и лейшманиозах и значении работ наших отечественных ученых в выяснении природы этих болезней и путей заражения см. книгу проф. И. А. Кассирского «История одной болезни». М., Центральный институт санитарного просвещения, 1947.

Самой древней группой среди простейших зоологи считают *класс жгутиковых*, так как именно среди этих форм стирается резкая грань между животным и растительным миром (вспомним эвглену и хламидомонаду). Можно представить себе, что от древнейших одноклеточных организмов, близких к современным зеленым водорослям, произошли и настоящие одноклеточные водоросли и жгутиковые простейшие.

К классу жгутиковых относят теперь и *опалин*, о которых уже была речь выше (см. стр. 37). В отличие от инфузорий клеточные ядра у опалин не дифференцированы на большие и малые, конъюгации у опалин не бывает и размножение идет у них по типу, свойственному жгутиковым. Что же касается ресничек, то их можно считать видоизменением жгутиков.

Класс корненожек, несмотря на видимую простоту строения некоторых форм (например, амёб), представляет собой уже более изменившуюся группу, происходящую также от древних жгутиковых. У многих корненожек молодые клетки бывают первое время снабжены жгутиками, то есть временно возвращаются к тому типу строения, который был постоянным для их предков. Изменение строения у корненожек по сравнению со жгутиковыми состоит в появлении выростов протоплазмы, не прикрытых никакой оболочкой, а это сделало организм более приспособленным для захватывания пищи в виде целых кусочков, то есть так, как питается огромное большинство животных. И само собой ясно, что такие существа не могли быть самыми первичными организмами: ко времени их появления в природе уже должны были существовать какие-то другие организмы, которые могли служить для них добычей.

Класс споровиков — группа, целиком приспособленная к паразитическому образу жизни. Конечно, такая группа могла развиваться от древних простейших только тогда, когда в природе уже появились те многоклеточные животные организмы, в теле которых могли поселиться предки современных споровиков.

Для класса споровиков характерно множественное деление (шизогония) — такая форма размножения, при которой особь делится не надвое, а сразу распадается на большое количество дочерних клеток. Как мы увидим из дальнейших глав, подобное же интенсивное размножение (хотя в иной форме — в виде огромной яйцевой продукции) свойственно и многоклеточным паразитам (например, паразитическим червям) и является важным приспособлением к условиям паразитического существования.

Класс инфузорий — высшая группа среди простейших — содержит организмы, у которых строение единственной клетки, составляющей их тело, достигает наибольшей сложности. Считают, что инфузории ведут свое начало от одной из древних групп жгутиковых.

В свете новейших исследований обширная группа «простейших» животных оказывается настолько многообразной в деталях своего одноклеточного строения, настолько неоднородной по степени сложности своей организации, что некоторые зоологи склонны рассматривать ее уже не в качестве одного из типов животного мира, равноценного типу кишечнополостных, типу губок, типу моллюсков и т. д., а как особое «подцарство» в зоологической системе, в котором группы жгутиковых, саркодовых, споровиков и инфузорий следует считать уже не классами, а отдельными типами этого «подцарства».

Все низшие многоклеточные — обитатели водной среды. Их внешний облик мало соответствует обычным представлениям о животном организме; и натуралисты прошлых веков именовали их «зоофитами», то есть «животнорастениями», хотя еще в XVIII веке отдельные исследователи разгадали и доказали животную природу некоторых из таких организмов.

С появлением клеточной теории строения организмов обнаружилось, что тело низших многоклеточных образовано в основном двумя слоями клеток, и это дало основание для объединения их в один тип под именем «полипов». Однако к концу прошлого столетия, опираясь на более глубокое изучение этих животных, в особенности на различия в ходе их зародышевого развития, зоологи должны были разделить всех двуслойных на два отдельных типа — на *тип кишечнополостных* (куда и попали настоящие полипы, о которых речь будет далее) и *тип губок*.

Известно около 5000 видов губок; огромное большинство их живет на дне морей, но есть среди них и несколько пресноводных форм. Такова наша пресноводная губка *бадяга*, которую до недавнего времени во многих местах добывали и сушили для лечебных целей.

Бадяга

Общая форма тела и местопребывание бадяги. *Бадяги* встречаются в наших реках, речных заводях и озерах и поселяются на различных подводных предметах: на камнях, на деревянных сваях, на затонувших в воде стволах и сучьях деревьев. Здесь они образуют наросты серого, желтоватого или грязно-зеленого цвета. Иногда такие наросты бывают похожи на корку, иногда они разрастаются в виде неправильной формы комков или в виде ветвистого кустика. По внешнему виду действительно трудно признать этот организм за животное (рис. 43, А и Б).

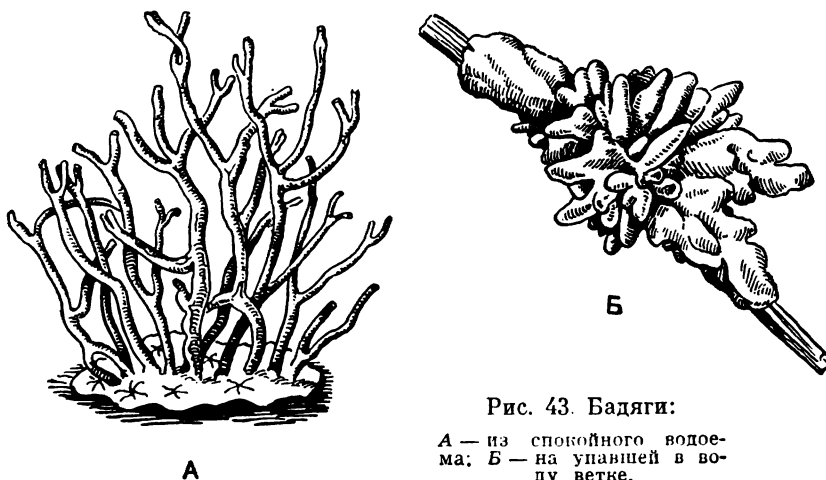


Рис. 43. Бадяги:

А — из спокойного водоема; Б — на упавшей в воду ветке.

Внутреннее строение бадяги в связи с ее жизненными отправлениями. Все тело бадяги пронизано множеством тонких каналов. Местами эти каналы расширяются, образуя более просторные камеры. Внутренняя поверхность этих камер выстлана слоем клеток, имеющих длинные подвижные жгутики (рис. 44). Каждая такая клетка в отдельности очень похожа на некоторых жгутиковых простейших — на так называемых воротничковых жгутиковых. Только одноклеточные организмы при помощи своего жгутика сами передвигаются в воде, а такие же движения жгутиков у клеток, выстилающих внутренние камеры губок, вызываются током воды.

Вода входит в мельчайшие отверстия — поры, которыми пронизаны стенки тела бадяги, и выходит через более крупные отверстия — устья. Она приносит с собой и необходимый для жизни клеток кислород и питательный материал — бактерий и мелкие остатки, образовавшиеся при распаде мертвых организмов. Жгутиковые клетки губок захватывают эти пищевые частицы и переваривают их внутри своей протоплазмы совершенно таким же образом, как это происходит при питании одноклеточных простейших. Никакой пищеварительной полости, которую можно было бы уподобить кишечнику высших животных, у губок нет.

Между наружным слоем клеток, одевающим тело бадяги, и клетками, выстилающими каналы и камеры внутри тела, находится промежуточная студенистая

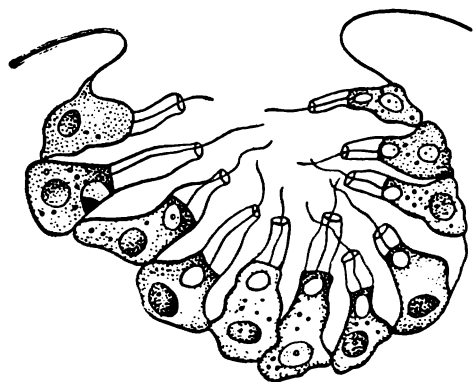


Рис. 44. Жгутиковая камера бадяги.



Рис. 45. Кремневые иглы из скелета бадяги.

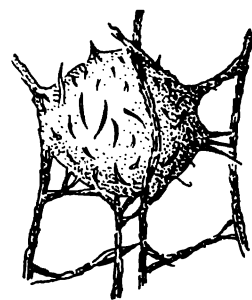


Рис. 46. Геммула бадяги.

прослойка, которая их соединяет. В ней рассеяны отдельные клетки, которые выделяют твердые скелетные части в виде мельчайших кремневых иголочек (рис 45), склеенных между собой органическим веществом в пучки. Такие пучки перекрещиваются между собой и образуют прочную сеть — скелет, позволяющий губке сохранять определенную форму. Кроме того, острые кремневые иголочки, образующие скелет, служат для этих неподвижных организмов и надежной защитой от поедания другими животными. Помимо этого, особый неприятный запах, свойственный всем губкам, делает их несъедобными.

Кремневые скелетные иголочки бадяги чувствительно царапают кожу, если во время купания случается задеть телом растущую на какой-нибудь свае бадягу. Пользуясь этим свойством, бадягу применяли и для медицинских целей: при ревматических болях или при колотье в боку натирали кожу высушенной бадягой, вызывая этим усиленный прилив крови к больной части тела (теперь в медицине для этой цели применяются другие средства: горчичники, смазывание кожи йодной настойкой и т. д.). Иногда бадягу применяли и в косметических целях: растирая бадягой щеки и вызывая этим прилив крови к раздраженной коже, деревенские кокетки былых времен пользовались ею вместо румян.

Размножение бадяги. В начале лета бадяги размножаются яйцами, которые образуются у них в студенистом слое и после оплодотворения там же развиваются

в маленьких многоклеточных личинок. Наружные клетки у такой личинки имеют жгутики, с помощью которых она в течение нескольких часов плавает в воде. Затем личинка прикрепляется неподвижно к какому-нибудь подводному предмету и превращается в молодую губку; при этом жгутиковые клетки с поверхности уходят внутрь и образуют выстилку жгутиковых камер, о которых уже говорилось при описании бадяги.

Молодая бадяга имеет вид очень маленького конического бугорка с одним устьищем на вершине. Затем у нее появляются боковые выросты — почки, имеющие свои устья, и образуется колония, в которой уже нельзя провести границы между отдельными особями.

Кроме размножения яйцами и боковыми выростами — почками, у бадяги есть еще один способ размножения. К осени в нижней части тела, в его студенистом слое у бадяги образуются маленькие внутренние шарообразные почки (размерами около 0,5 мм), одетые прочной оболочкой (рис. 46). С наступлением холодов прежняя колония умирает, а почки в своих оболочках переносят даже промерзание. Весной из оболочки выползает ее содержимое, состоящее из группы соединенных между собой клеток, из которых и образуется новая губка.

Таким образом, у губок есть и половое размножение и две формы бесполого размножения: путем бокового почкования губки разрастаются в большой колониальный организм, а при обособлении маленьких, внутренних почечек получают образования, способные переживать неблагоприятное время и затем давать начало новым губкам¹.

Среди морских губок есть и губки с кремневым скелетом, близкие в этом отношении к нашей бадяге, и губки со скелетом, который состоит из известковых иголок и звездочек, также соединенных между собой органическим веществом. У некоторых глубоководных губок кремневый скелет образует одну сплошную сеть из спаянных между собой нитей и перекладин и кажется художественно сделанным из стекла; таких губок называют «стеклянными».

Промысловое значение имеет купальная, или греческая, губка, добываемая в Средиземном море (рис. 47). У нее совсем нет твердых иголок, но зато очень сильно развит прочный и упругий скелет из органического вещества, которое по своим свойствам напоминает роговое вещество кожи вышших животных.

Извлеченных из воды греческих губок выжимают и оставляют на некоторое время гнить под лучами солнца; при этом их мягкие части разрушаются, а роговой скелет сохраняется в целости. Затем губок промывают; и от них остается только один скелет в виде упругих ноздреватых комков, которые хорошо впитывают воду и в мокром состоянии становятся мягкими. Раньше их применяли для обтирания тела во время мытья или купания (в настоящее время в нашем быту их заменили искусственные губки из резины и поролона).

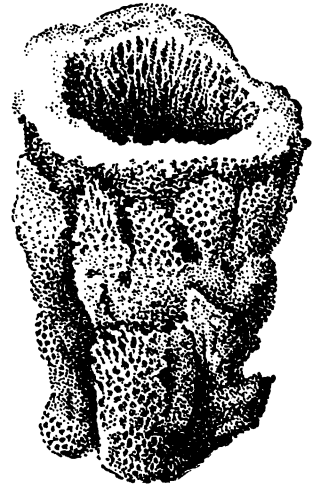


Рис. 47. Роговая «туалетная» губка (ее скелет).

¹ Подробнее о наших губках см. книгу А. А. Парамонова «Бадяги и гидры как объекты школьной работы», М., Учпедгиз, 1947.

Гидры, или пресноводные полипы

«Мемуары» Трамбле. Двести с лишним лет назад, в 1742 году, в трудах Лондонского Королевского общества появилась корреспонденция из Голландии, сразу обратившая на себя внимание ученого мира. В ней сообщалось, что один натуралист сделал поразительное открытие: он обнаружил в прудах такое животное (в статье оно было названо «водным насекомым»), «которое, будучи разрезано на несколько кусков, превращается в столько же целых животных».

Через два года этот талантливый ученый, швейцарский уроженец Абраам Трамбле, выпустил в свет подробное описание своих наблюдений и опытов — «Мемуары к истории одного рода пресноводных полипов с руками в форме рогов». Эта книга, сопровождаемая большим количеством прекрасно выполненных рисунков и совмещавшая большую научную точность с увлекательным изложением, прославила имя автора не только среди специалистов-ученых, но и в широких кругах образованного общества: середина XVIII века была эпохой, когда «развлечения с микроскопом» сделались своего рода модой — настолько удивительные вещи открывали глазу появившиеся тогда в продаже простые и сложные увеличительные приборы.

Уже в наше время «Мемуары» Трамбле были переизданы на русском языке (Био-

медгиз, 1937), так что эта классическая работа стала доступной и для советского читателя.

Один из современников Трамбле писал, что две вещи прославят XVIII век в потомстве — это опыты с электричеством и опыты с пресноводными полипами. Основное значение исследований Трамбле современники видели в том, что ими была разрушена резкая грань между животным и растительным миром и у животного организма обнаружена такая способность к восстановлению утраченных частей, какая до сих пор была известна только у растений, размножаемых при помощи черенков и отводков. Возможность получения целых организмов из отдельных кусков разрезанного животного заставляла пересмотреть прежние представления о неделимой «душе», проявлением которой считалась жизнь тела, и о сущности размножения, которое в те времена мыслилось как развитие невидимых зародышей, вложенных в каждое отдельное яйцо животного.

Трамбле первый назвал исследованного им пресноводного полипа «гидрой», применив, однако, это слово не в виде определенного родового имени, а только как образное выражение, подчеркивающее открытые им особенности этого существа. В мифологии древних греков страшная лернейская Гидра упоминается при перечислении подвигов Геракла (Геркулеса); она описывается как прожорливое змееобразное чудовище с девяти головами, на-

водившее ужас на всю округу и остававшееся неуязвимым потому, что на месте отрубленной головы у него сразу же вырастала новая. Один только Геракл сумел справиться с грозным чудовищем, вооружившись, кроме меча, еще и горячей головней, которой он прижигал обезглавленные шеи Гидры, прежде чем на них успевала вырасти новая голова. Так как в опытах у Трамбле надрезанные вдоль полипы превращались в существа с несколькими ротовыми концами, способными снова регенерировать, если экспериментатор их отрезал, и так как эти «многоголовые» чудовища могли заглатывать пищу всеми своими ртами, автор и уподобляет эти миниатюрные организмы ужасной лернейской Гидре из греческой мифологии.

Этим сравнением и воспользовался Линней, установив для пресноводных полипов родовое название «гидра».

Столетием позже — уже после появления клеточной теории Шванна — внимание исследователей обратилось на особенности внутреннего строения полипов, отличающие их от других многоклеточных животных и определяющие их особое положение в общей системе животного мира. И для нас теперь пресноводная гидра является прежде всего наиболее характерным и вдобавок доступным для непосредственного наблюдения представителем типа кишечнополостных животных.

Местонахождение гидр. *Гидры* живут в прудах, озерах и тихих речных заводях — там, где растут белые кувшинки, желтые кубышки и плавают зеленая ряска. Чтобы добыть их, следует взять на пробу лист кувшинки, горсть ряски или пучок других водных растений и поместить этот материал в банку с водой. Через некоторое время, когда вода отстоится, можно будет заметить на растениях и на стенках банки маленькие студенистые трубочки в 1—1,5 см длиной, которые оканчиваются пучком тонких щупалец. Это и есть гидры (рис. 48).

Форма тела и образ жизни гидры. В общем тело гидры представляет собой как бы продолговатый мешочек или узкий цилиндрический сосуд, который прикрепляется дном к какому-нибудь подвод-

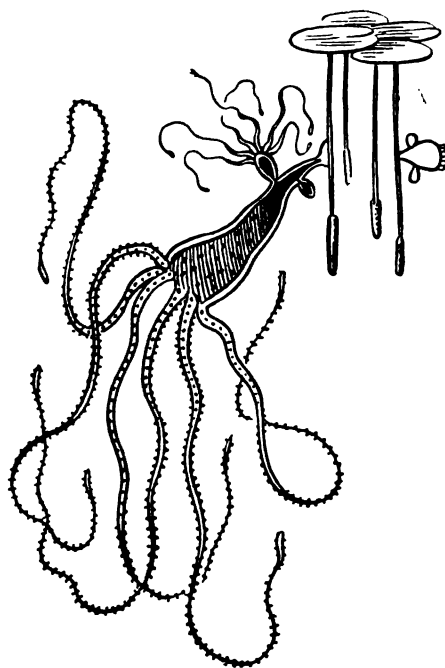


Рис. 48. Бурая гидра, прикрепившаяся к ряске.

ному предмету. На противоположном конце расположены щупальца, которые сидят венцом вокруг ротового отверстия. Это единственное видимое отверстие в теле гидры: через него она и заглатывает пищу и выбрасывает вон непереваренные остатки. Ротовое отверстие ведет во внутреннюю полость — единственную полость в теле, которая вместе с тем служит и пищеварительным аппаратом. (Животные такого строения получили название *кишечнополостных*.) Внутренняя полость заходит в щупальца, которые поэтому мы можем уподобить пальцам на снятой перчатке.

Заметим, однако, что обычное сравнение тела гидры с мешочком оказывается не вполне точным. Еще Трамбле рассмотрел, что у гидры кроме рта имеется и другое отверстие, на противоположном конце тела — на его «подолше». Однако это второе отверстие, получившее название *аборальной* («противоротовой») поры, почти всегда остается замкнутым, а потому в XIX веке многие исследователи его не замечали и отрицали его существование. В настоящее время существование у гидры аборальной поры установлено с несомненностью, но физиологическое значение ее остается пока неясным.

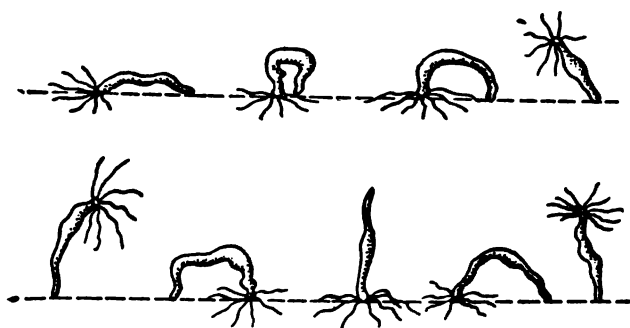


Рис. 49. «Кюльбиты» (перекувыркивания) ползающей гидры. Схему «читать» по строчкам слева направо.

Гидра ведет сидячий образ жизни, но может и менять свое место. В этом случае она вытягивается вдоль поверхности подводного предмета, на котором сидит, прикрепляется к нему своим верхним концом, перемещает туда же и свой нижний конец, а затем повторяет те же движения снова и таким способом медленно «шагает» по поверхности растений или по дну аквариума (рис. 49).

Прикрепившись к месту, гидра вытягивает свои щупальца, и, когда их коснется какой-нибудь проплывающий мимо маленький рачок (из тех, что называют «водяными блохами» и циклопами), он сразу лишается способности к движению и становится добычей гидры. Щупальца гидры изгибаются, направляя пойманную добычу через ротовое отверстие во внутреннюю полость, где она подвергается перевариванию.

Такие наблюдения легко могут быть проведены над гидрами, отсаженными в небольшой стаканчик, если к ним пустить достаточное количество циклопов или дафний (этот живой корм всего лучше брать из банки, в ко-

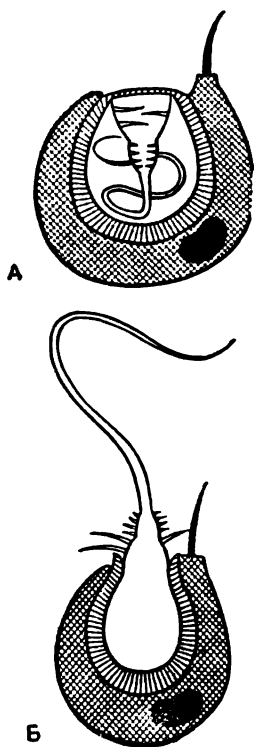


Рис. 50. Стрекательные клетки гидры:

А — в спокойном состоянии; Б — с выброшенной стрекательной нитью.

торой он запасен, при помощи пипетки, которую легко приготовить из обыкновенной пипетки для глазных капель, осторожно отломив у нее вытянутый заостряющийся конец).

Особенно же интересно наблюдать, как гидра справляется с поднесенной ей крупной добычей, например с мотылем — красными личинками комара-дергуна, какими обыкновенно кормят в аквариуме рыбок и тритонов. Трамбле успешно пробовал кормить своих полипов даже маленькими рыбками, пуская их в сосуд, где содержались гидры. Иногда рыбкам удавалось освободиться от гидры, но если рыбка оказывалась схваченной несколькими щупальцами, то хищник овладевал своей добычей и направлял ее в свое ротовое отверстие. «Полип, съевший рыбу, был трудно узнаваем», — писал Трамбле, сопровождая описание рисунком, на котором растянутые стенки тела так плотно облегли просвечивающее сквозь них тело рыбки, что, «если бы не знать предыдущего, могло бы казаться, что видишь только рыбу, имеющую на переднем конце тела что-то вроде бороды».

Строение тела гидры. Стенки тела гидры состоят из двух слоев клеток — наружного и внутреннего; их соединяет между собой тонкая прозрачная промежуточная перепонка. Никаких скелетных частей в теле гидры нет, и, если ее вынуть из воды, ее тело не может сохранить своей формы и спадается в бесформенный слизистый комочек.

Наружный слой клеток, или эктодерма, образует прежде всего покров, одевающий тело животного. Но вместе с тем он выполняет функцию органа нападения и защиты, так как в нем расположено множество клеток, которые при раздражении выбрасывают стрекательные нити (рис. 50), те самые, при помощи которых гидра убивает свою добычу или по крайней мере приводит ее в оцепенение (действие этих нитей можно сравнить с действием стрекательных волосков крапивы). Кроме того, у многих клеток наружного слоя нижняя их часть, примыкающая к промежуточной перепонке, удлинена в виде волокна, направленного по длине тела, обладающего способ-

ностью сокращаться. Значит, у гидры есть мышечные волокна, но еще нет особой мышечной ткани, так как клетки, способные сокращаться, являются вместе с тем и покровными клетками.

Под покровными клетками эктодермы при более тщательном исследовании были обнаружены еще отдельные маленькие ветвистые клетки — нервные элементы, воспринимающие раздражения и способные передавать их другим клеткам.

Внутренний слой, или энтодерма, у гидры состоит из более крупных клеток, также несущих различные отправления. Они выделяют во внутреннюю полость пищеварительные соки. При помощи сидящих на них жгутиков эти клетки производят мерцательные движения и гонят жидкость внутрь пищеварительной полости; этим они помогают поступлению туда свежей воды и удалению всяких отбросов. Кроме того, выпуская похожие на ложноножки выросты, клетки энтодермы, подобно амебам, заглатывают мелкие пищевые частицы и переваривают их внутри своего тела. Наконец, у многих клеток этого слоя есть еще небольшие мышечные волокна, идущие здесь уже не вдоль тела, а в поперечном направлении: при их сокращении тело гидры суживается.

Органов кровообращения, а также особых органов дыхания и выделения мы у гидры не находим: любая клетка ее тела, соприкасаясь с водой, может получать из нее кислород и выделять продукты обмена, а питательные соки из клеток внутреннего слоя всасываются соседними клетками наружного слоя.

Многоклеточный организм — единое целое. Если — по примеру Трамбле — разрезать тело гидры на отдельные куски, то все они благодаря простоте строения гидры будут мало чем отличаться друг от друга. У гидры нет какого-либо центрального органа, без связи с которым была бы невозможна жизнь ее отдельных частей, и мы можем на опыте убедиться, что отрезки ее тела не умирают и могут некоторое время существовать самостоятельно. Однако через несколько дней благодаря усиленному разрастанию и деле-

нию особых клеток, лежащих под покровным слоем, на каждом отдельном отрезке восстанавливаются утраченные части и каждый такой отрезок становится целой гидрой с ротовым отверстием и щупальцами. Способность к восстановлению утраченных частей тела называется регенерацией.

Таким образом, хотя отдельные куски, на которые разрезана гидра, и остаются живыми, однако для их дальнейшего существования каждому из них необходимо восстановить утраченные им части. Это значит, что даже при относительной примитивности своего строения тело нормальной гидры представляет собой не простое скопление отдельных частей или отдельных живых клеток, а существует как единое целое — как многоклеточный животный организм, в котором каждая его часть находится в тесных взаимоотношениях с другими и который в таком именно виде сложился в длительном процессе исторического развития.

Для опытов по регенерации гидру следует поместить в неглубокий сосуд с небольшим слоем воды, чтобы за отрезками можно было наблюдать сверху через лупу (удобны для этого часовые стекла, лабораторные чашечки Петри или хотя бы стеклянные баночки из-под косметических кремов). Разрезают гидру или острыми тонкими ножницами, или лезвием бритвы.

Размножение гидры. Размножение гидры может происходить двояким путем — и бесполом и половым. В условиях хорошего питания гидра размножается почкованием: на теле ее образуются боковые выросты с такими же двуслойными стенками, как и у самой гидры, и эти выросты (или «почки» — по сходству с почками на растениях) затем отделяются и становятся самостоятельными гидрами (рис. 51).

Но гидра может размножаться и другим способом. В наружном слое тела у нее разрастается крупная клетка — яйцо (рис. 52). На других участках тела — ближе к щупальцам — в том же наружном слое развиваются скопления мелких, мужских половых клеток (разделения на самцов и самок у гидры нет). Мужские клетки, или сперматозоиды, обладают

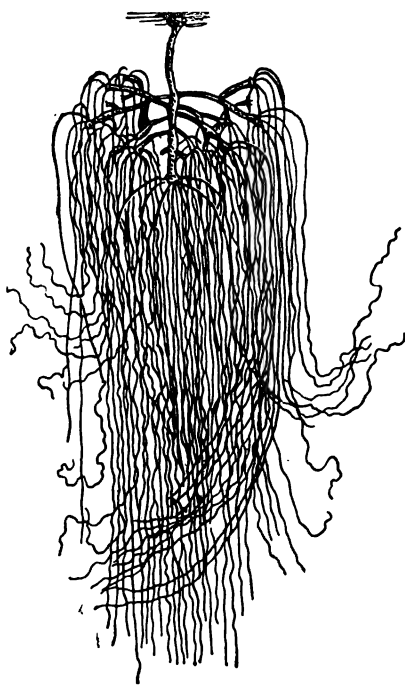


Рис. 51. Гидра с многочисленными потомками.

подвижностью; попадая в воду, некоторые из них достигают яйцеклеток (остающихся в материнском теле) и сливаются с ними. После этого оплодотворенные яйца покрываются плотной оболочкой и в таком виде способны переносить и холод и засуху, после того как сама гидра погибнет.

Защита от врагов. Казалось бы, что такой мелкий, малоподвижный и лишенный твердых покровов организм, как гидра, легко может стать добычей различных водных хищников. Однако стрекательные

нити служат гидре не только для оглушения или умерщвления добычи, но и для обороны от преследователей. Несъедобность гидр также была установлена опытами Трамбле.

«Я пытался, — рассказывает он, — найти в воде более крупных животных, которые ели бы полипов; я начал с того, что предложил их рыбам. После того как я некоторое время кор-

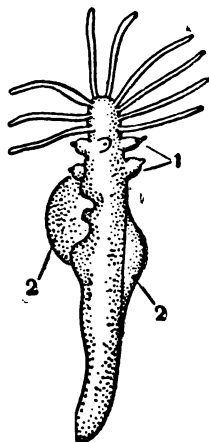


Рис. 52. Гидра с семенниками (1) и яичниками (2).

мил червями одну плотвичку, я бросил в сосуд, где она находилась, одного полипа. Рыба сначала приблизилась к полипу и схватила его; но, вместо того чтобы его проглотить, она сразу же выбросила его, как бы питая к нему большое отвращение... То же повторилось пять или шесть раз подряд». Далее Трамбле говорит, что он многократно повторял такой опыт и с плотвой и с пескарем. «Обыкновенно они выбрасывают полипа, не причинив ему ни малейшего вреда, но я видел одного, который оказался сильно разорванным и едва узнаваемым после того, как рыбы несколько раз пытались его съесть. Другие животные погибли бы от этого, полип же легко перенес это и вскоре поправился».

Видовые различия у гидр. Во всем предшествующем тексте мы оперировали обобщенным родовым понятием «гидра», не останавливаясь на отдельных видах этой группы, ныне подразделяемой зоологами уже на три отдельных рода. Из них у нас встречаются: 1) *длиностебельчатая гидра* (*Pelmatohydra oligactis*) — крупная, с пучком очень длинных нитевидных щупалец, в 2—5 раз превышающих длину ее тела; 2) *обыкновенная, или бурая, гидра* (*Hydra vulgaris*), у которой щупальца приблизительно вдвое длиннее тела, а на теле, как и у предшествующего вида, можно различить более тонкий стебелек; 3) *тонкая, или серая, гидра* (*H. attenuata*), все тело которой «на тощий желудок» имеет форму равномерно тонкой трубочки, а щупальца лишь немного длиннее тела, и 4) *зеленая гидра* (*Chlorohydra viridissima*) с короткими, но многочисленными щупальцами (ее травянисто-зеленый цвет зависит от присутствия в ее клетках зеленых одноклеточных водорослей зоохлорелл — пример симбиоза)¹.

Медузы

В своем подавляющем большинстве *медузы* — типичные обитатели моря. Среди них есть и очень мелкие формы, изме-

¹ О наблюдениях и опытах над гидрами подробнее рассказано в книге проф. А. А. Парамонова «Бадяги и гидры как объекты школьной работы», М., Учпедгиз, 1947.

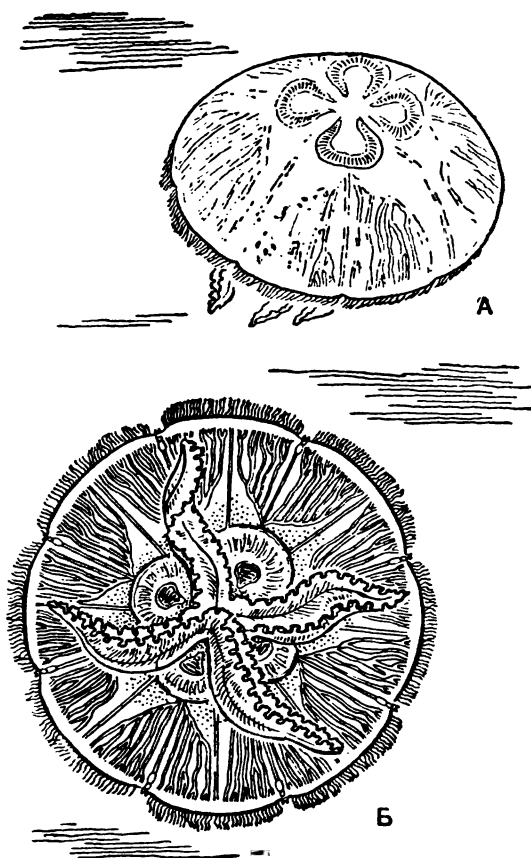


Рис. 53. Медуза аврелия:
А — в ракурсе; Б — вид снизу.

ряемые несколькими миллиметрами, есть в океанах и настоящие гиганты. Характерным представителем высших медуз может служить медуза *аврелия* (рис. 53), которая в большом количестве встречается у нас в Черном море и хорошо знакома туристам и курортникам, отдыхающим на Южном берегу Крыма и на Черноморском побережье Кавказа (водится аврелия и в наших северных морях). Аврелия запоминается там многим купающимся, так как при неосторожном прикосновении к ней ее стрекательные нити вызывают на теле очень чувствительные ожоги, подобно жгучим волоскам крапивы.

Строение и образ жизни медуз. По внешнему виду медузы не похожи на гидру, но основной тип строения у них по существу тот же самый (рис. 54, 55). На конце стебелька, или хоботка (то есть той части

тела, которую мы можем уподобить ручке зонтика или пеньку гриба), находится у медузы рот — единственное, как и у гидры, отверстие, ведущее в пищеварительную, или гастральную, полость. Стенки тела образуются из двух слоев клеток; это опять напоминает нам гидру, с той только разницей, что у гидры оба слоя

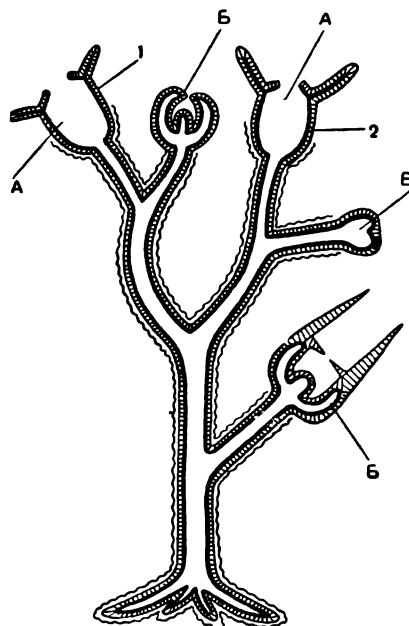


Рис. 54. Схема строения гидроида:
1 — эктодерма; 2 — энтодерма; А — полипы, Б — медузы на разных стадиях развития.

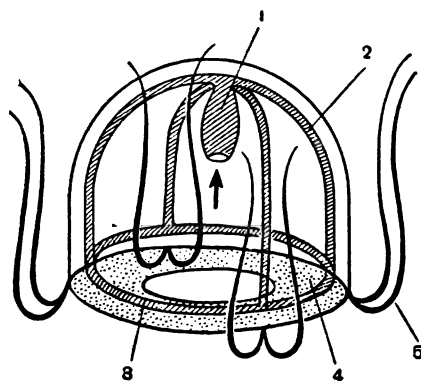


Рис. 55. Схема строения гидромедузы:
1 — рот; 2 — лучевые каналы; 3 — кольцевой канал; 4 — перегородка; 5 — щупальца.

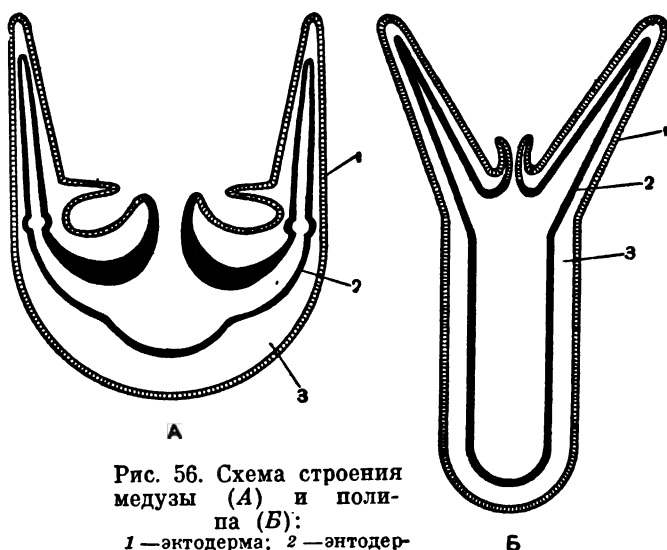


Рис. 56. Схема строения медузы (А) и полипа (Б):
1 — энтодерма; 2 — энтодерма; 3 — мезоглея.

разделены очень тонкой перепоночкой, а у медузы между ними находится толстая студенистая прослойка, которая и составляет по весу главную массу ее тела. В этом набухшем студенистом слое так много воды и так мало твердого материала, что если медузу вынуть из воды, то после высыхания она обращается в тонкую сухую пленочку.

В отличие от гидры — сидячего полипа, который только по временам медленно переползает с одного места на другое, медуза свободно плавает в воде, и, хотя общий тип организации у нее тот же, что и у гидры, тело ее приобретает более сложное строение, связанное с иным образом жизни. Медуза может активно передвигаться в воде благодаря сокращению особых мышц, стягивающих края ее «зонтика», или колокола, и выжимающих из-под него воду (движение обратным толчком, наподобие ракеты). Пищеварительная полость разветвляется, образуя целую систему сообщающихся каналов, у крупных медуз довольно сложную. Скопление нервных клеток с их отростками образует по краю зонтика сплошное нервное кольцо — это уже зачаточная форма центральной нервной системы. Имеются у медуз и органы чувств, необходимые для плавающих в воде хищников.

Медузы не составляют единой систематической группы, а относятся к двум су-

щественно различающимся между собой классам кишечнополостных. Одни из них, более мелкие и имеющие более простое строение, относятся вместе с нашими пресноводными гидрами к классу *гидроидов* (т. е. «гидроподобных»), тогда как более крупные и обладающие более сложным строением составляют класс *сцифоидов*, или *высших медуз*.

Вообще же почти все многообразие современных кишечнополостных (а их насчитывается около 9000 видов) может быть сведено к двум основным жизненным формам — к форме сидячего полипа и форме свободноплавающей медузы (рис. 56). Если оставить в стороне класс *коралловых полипов* (о которых речь будет далее, см. стр. 64), у огромного большинства прочих кишечнополостных в цикле их индивидуального развития обе эти формы чередуются. Однако такое чередование у гидроидных полипов и у сцифоидных медуз проходит неодинаковым образом.

Гидроидные полипы и гидромедузы

Наши гидры и морские гидроиды. Наши пресноводные гидры существуют только в форме сидячих или медленно переползающих полипов; размножаются они и половым и бесполом путем. Вышедшие из яйца или отпочковавшиеся от материнского тела молодые полипы самостоятельно расселяются по стеблям и листьям водных растений. Они способны к передвижению благодаря гибкости своего тела, не имеющего каких-либо твердых скелетных частей. Полипы гидры, как мы уже знаем, размножаются и путем почкования и путем образования половых продуктов.

Наши гидры живут в условиях тихих, спокойных заводей, прудов или небольших озер. В иных условиях приходится жить их родичам — морским гидроидным (т. е. гидрообразным) полипам: над ними ходят бурные волны или движутся массы воды во время приливов и отливов. В такой обстановке могут существовать лишь такие полипы, у которых на поверхности тела выделяется более плотная обо-

лочка, защищающая его от механических повреждений и прочно удерживающая полипа на месте прикрепления. Однако с таким футляром полипы не могут передвигаться, и потому при почковании молодые особи остаются прикрепленными к материнскому организму и образуют вместе с ним постепенно разрастающуюся колонию, прикрепленную к морскому дну или какому-нибудь подводному предмету.

Однако на этих сидячих полипах временами образуются почки иного строения, отделяющиеся от материнского организма. Это гидромедузы, имеющие форму маленького колокольчика и передвигающиеся в воде отчасти самостоятельно, когда они сжимают свой колокол, отчасти пассивно, увлекаемые морскими течениями. На гидромедузах (а не на гидрополипах!) образуются половые продукты, и таким образом гидроиды расселяются в пространстве, давая начало новым неподвижным колониям.

Таким образом, в классе гидроидов основной формой существования является колония сидячих полипов, а медузы служат лишь для расселения при образовании новых колоний, и их роль до некоторой степени аналогична значению летучих плодов для распространения наземных растений.

Пресноводные гидромедузы. В конце прошлого столетия были найдены и пресноводные гидромедузы, а теперь их насчитывается уже более полутора десятков видов. Один из них (*краспедакуста*) был найден в различных частях СССР, в частности в 1953 году был обнаружен в Учинском водохранилище, под Москвой. Полипы у этого вида очень мелкие (около 2 мм) и образуют маленькие колонии из 2—7 особей, а медузы достигают 2 см в диаметре.

В больших количествах эта медуза была находима в старице реки Кубани, в окрестностях города Краснодара. Обнаружена она также в Узбекистане и Тульской области, поэтому при изучении фауны водоемов и проведении пресноводных экскурсий следует иметь в виду возможность нахождения этого интересного организма и в других областях нашей страны.

Размеры и распространение. В классе высших, или сцифоидных, медуз соотношение между обеими формами — между полипом и медузой — иное, чем у гидроидов, и основной формой, в которой они существуют в природе, являются медузы, которые имеют здесь более сложное строение и достигают крупных, а иногда гигантских размеров. Такова обитающая в северных морях *арктическая цианея* (рис. 57), колокол которой имеет в диаметре 2 м, а общая длина тела с вытянутыми щупальцами достигает 30 м, то есть мало уступает длине тела китов.

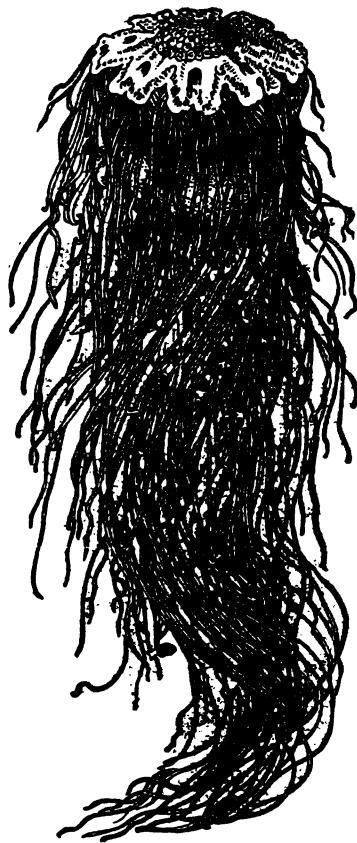


Рис. 57. Арктическая цианея.

К классу сцифоидных относится и уже упоминавшаяся выше обыкновенная *аврелия* (рис. 53); общее же число видов, живущих в морях и океанах всех климатических зон, достигает нескольких тысяч.

ческих поясов Земли, достигает приблизительно двух сотен.

От яйца до появления медуз. Из яйца выходит маленькая продолговатой формы личинка, свободноплавающая при помощи покрывающих ее ресничек. Вскоре она прикрепляется к какому-нибудь подводному предмету и принимает форму полипа, которого сначала зоологи сочли за особый вид гидры и описали под именем

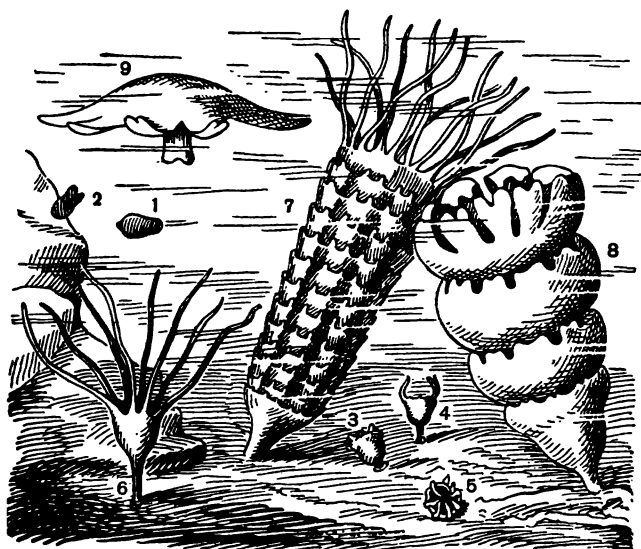


Рис. 58. Развитие сцифомедуз:

1 — мерцательная личинка; 2 — прикрепившаяся личинка; 3—6 — развитие сцифистомы; 7 — стробила; 8 — образование молодых медуз; 9 — свободноплавающая эфиро.

Hydra tuba (т. е. «гидра-труба», или «гидра с раструбом»). Теперь эту полипообразную фазу называют сцифистомой (рис. 58).

Вскоре сцифистома приступает к бесполому размножению: на ее теле образуются одна за другой поперечные перетяжки, которые придают развивающемуся организму сходство со стопкой поставленных одно на другое блюдечек. А затем верхние — более крупные и более зрелые «блюдечки» — поочередно отделяются от неподвижного полипа и начинают вести самостоятельное существование, постепенно увеличиваясь в размерах и превращаясь во взрослых сцифомедуз, которые размножаются уже исключительно половым путем. Так, образовавшийся из яйца

полип сцифистома последовательно распадается на целый ряд будущих медуз и прекращает свое существование¹.

Коралловые полипы

Коралловые полипы составляют самую многочисленную группу среди кишечнополостных, но подавляющее большинство их живет только в морях тропического пояса. В общем, коралловые полипы напоминают гидроидных, но имеют более сложное внутреннее строение. Чередования поколений у этих животных не наблюдается, то есть у них существуют только полипообразные формы.

Большинство видов образует крупные колонии, но имеются среди коралловых полипов и одиночные формы, которые встречаются и в наших морях, таковы актинии.

Актинии. Тело актинии имеет вид столбика, который нижним концом прикреплен к какому-нибудь подводному предмету, а наверху увенчан многочисленными щупальцами, окружающими ротовое отверстие (рис. 59).

Актинии обладают очень яркой окраской и благодаря своему венчику из щупалец скорее похожи на какие-то красивые цветы, чем на животных; поэтому их и называют иногда «морскими анемонами». Однако эти подводные «цветы» оказываются прожорливыми хищниками: своими щупальцами актиния схватывает добычу, убивая или ошеломляя ее при помощи стрекательных органов, а затем отправляет ее в ротовое отверстие.

При помощи своей мускулистой подошвы актинии способны переползать с одного места на другое, наподобие улиток, но только еще медленнее. Иногда они прикрепляются к телу других животных — к раковинам моллюсков, к панцирю раков — и таким образом передвигаются быстрее, чем могли бы это сделать своими силами. Такое сожительство, или симбиоз, оказывается выгодным не только для ак-

¹ Отметим, что иногда и гидра (правда, только в очень редких случаях) также разделяется поперечными перетяжками и что, с другой стороны, развивающаяся сцифистома образует, подобно гидре, и боковые почки.

тинии, поселившейся на теле краба или на раковине, занятой раком-отшельником, и подхватывающей клочки добычи этих ракообразных, — выгодно оно и для того животного, на котором «едет» актиния: ее жгучие щупальца дают отпор почти всем хищникам.

Актинии размножаются и путем почкования, и откладкой яиц. Из яиц развиваются молодые полипы-актинии (формы, соответствующей медузе, у актиний нет). Живут актинии долго, десятками лет.

Кораллы. Кораллы по своему строению очень близки к актиниям и вместе с ними составляют класс коралловых полипов, но отдельные особи у них мельче и живут не по одиночке, а путем почкования образуют большие колонии. Из выделяемых клетками веществ у них образуется твердый скелет, у большинства форм известковый. По мере роста кораллов надстраивается над ними и их каменистый скелет. Поэтому в своей нижней части колония становится совершенно безжизненной, состоящей только из минеральных скелетных образований, тогда как наверху, на концах ветвей, продолжают расти и почковаться живые кораллы.

Твердый каменистый скелет коралловых полипов служит для них необходимым приспособлением, позволяющим им жить в полосе прибоя, где с огромной силой ударяют и перекатываются бурные морские волны и где условия жизни совсем не те, что у наших гидр, обитающих в спокойных стоячих водоемах.

Коралловые рифы и острова. Колонии кораллов сильно разрастаются и, постепенно нагромождаясь одна над другой, образуют своими скелетными частями каменистые отмели, или рифы, которые тянутся вдоль берегов тропических морей на де-

сятки, сотни и даже тысячи километров (рис. 60).

Если с течением времени участок земной коры в данном месте постепенно поднимается, то коралловые рифы, разросшиеся вокруг какой-нибудь подводной мели или вокруг выступающей из-под воды горы, могут оказаться уже над поверхностью моря. Тогда они образуют коралло-

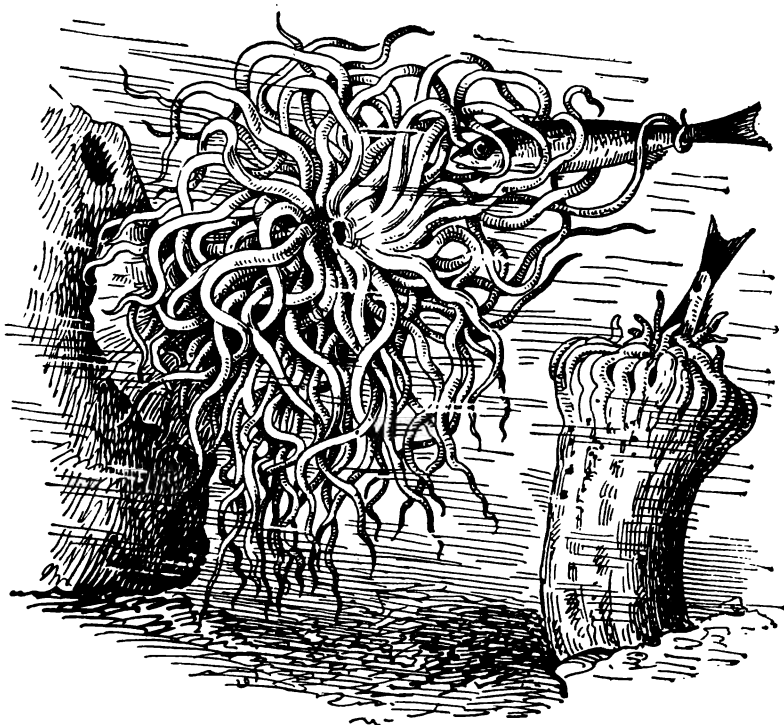


Рис. 59. Актинии:

одна схватывает щупальцами рыбку, другая вводит рыбку в кишечную полость.

вый остров, имеющий обыкновенно кольцеобразную форму¹. Морские волны своим прибоем понемногу разрушают коралловые постройки, обращая их в песок и щебень. Морской прибой выбрасывает на берег водоросли и трупы животных, которые, разлагаясь, удобряют образующуюся почву. Морские течения прибивают к берегу попавшие в воду кокосовые орехи и

¹ Объяснение происхождения коралловых островов было дано еще Ч. Дарвином в книге «Путешествие натуралиста вокруг света на корабле «Бигль».



семена других растений, и вскоре на коралловом острове развивается пышная растительность. А тогда здесь находит для себя благоприятные условия и человек: кокосовая пальма дает ему и пищу, и питье (кокосовое молоко — содержимое незрелых орехов), и материал для построек и тканей, а море доставляет рыбу и других морских животных. Так, еще в давние времена были заселены многочисленные коралловые острова, разбросанные в Тихом и Индийском океанах.

Следовательно, кораллы принимают видное участие в круговороте извести и образовании земной коры, оставляя на морском дне мощные отложения известняков. В настоящую эпоху жизни Земли этот процесс происходит только в морях тропического пояса, потому что кораллы могут жить только там, где температура воды не опускается ниже $+20^{\circ}\text{C}$. Однако ископаемые остатки свидетельствуют, что в прежние геологические периоды кораллы были распространены очень широко — до северных берегов Сибири. В тех известняках каменноугольного периода, которые разрабатываются под Москвой, среди остатков других животных встречаются и ископаемые кораллы (местные жители иногда принимают их за «окаменевшие соты»; рис. 61).

Рис. 60. Коралловый риф.

Древнейшие кишечнополостные — предки высших групп животного мира

Уже с конца 60-х годов прошлого века — с тех пор как естественная система организмов в свете теории Дарвина стала выражением их «родословного распределения» — зоологи видят в строении кишечнополостных тот тип организации, через который прошли в процессе исторического развития и все высшие группы животного мира.

Об этом говорит полная параллель между систематическим рядом — от одноклеточных простейших через колонии одноклеточных (типа пандорины и эвдорины) к двуслойным кишечнополостным — и между последовательными стадиями развития зародышей высших животных.

Развитие начинается с одноклеточной стадии яйца, которое затем дробится, образуя нечто вроде колонии клеток; далее клетки зародыша располагаются уже двумя слоями, образуя два зародышевых листка — наружный и внутренний, или эктодерму и энтодерму.

Гастроула. Эта двуслойная стадия получила название гастроулы (рис. 62). В наиболее типичной форме гастроула имеет вид округлого мешочка; ее стенки состоят из двух зародышевых листков, соответствующих эктодерме и энтодерме в теле гидры и окружающих первичнокишечную полость, в которую ведет blastopore, или первичный рот зародыша.

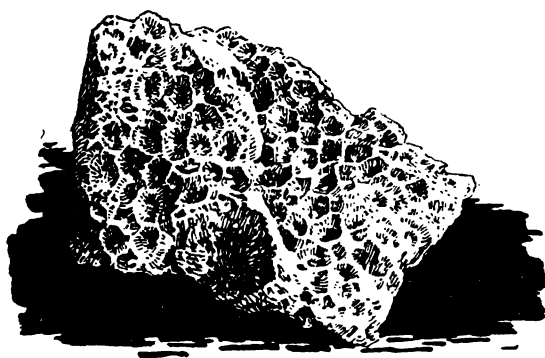


Рис. 61. «Окаменевшие соты» (ископаемый коралл).

Таким образом, зародыш на этой стадии представляет собой как бы несколько упрощенную модель кишечнополостного животного, повторяющую самые существенные черты его организации (двуслойное строение стенок тела, внутренняя кишечная полость и ведущее в нее ротовое отверстие — так называемый blastopore).

У кишечнополостных этот двуслойный тип строения сохраняется на всю жизнь, тогда как у зародышей животных высших групп процесс дифференцировки идет дальше: образуется третий слой клеток — мезодерма и из всех трех зародышевых листков формируются различные системы органов будущего животного.

В тех случаях, когда яйца бывают заполнены значительным количеством желт-



ка и имеют более крупные размеры, типичной мешковидной гастролы не образуется. Однако и здесь в строении зародыша можно различить два зародышевых листка — эктодерму и энтодерму — и найти blastopore и первичнокишечную полость; так, например, идет развитие зародыша из икринки лягушки (рис. 17 и 18). Следовательно, гастрала, воспроизводящая тип строения кишечного животного, есть и здесь, хотя и в несколько замаскированном виде.

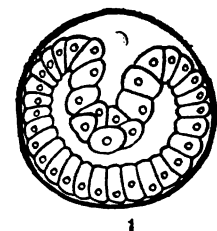
Теория гастрей и теория паренхимеллы. Заслуга открытия гастролы у самых различных групп животных, в том числе и позвоночных, принадлежит русскому эмбриологу Александру Онуфриевичу Ковалевскому (1840—1901); его основные работы по этому вопросу относятся к концу 60-х годов прошлого столетия. Затем, опираясь на исследования А. О. Ковалев-

ского, Эрнст Геккель, крупнейший немецкий зоолог и один из продолжателей дела Дарвина, разработал свою «теорию гастрей», по которой общий предок всех многоклеточных животных представляется в виде кишечного животного очень простого строения, похожего на свободноплавающую личинку современных кораллов.

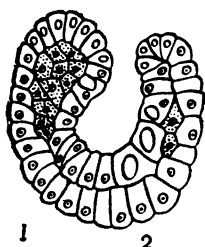
Несколько иначе объяснял происхождение первичных многоклеточных животных Илья Ильич Мечников. Он обратил внимание на то, что как раз у низших двуслойных организмов — у кишечных — энтодерма образуется не втягиванием, как у типичной гастролы, а внедрением отдельных клеток с поверхности вглубь, где из них и образуется внутренний зародышевый слой — будущая энтодерма полипа. Таким путем, по гипотезе И. И. Мечникова, и шло образование древнейших многоклеточных организмов из колониальных простейших: отдельные клетки, захватив пищу, продвигались внутрь колонии и там продолжали выполнять свою пищеварительную функцию. Такую гипотетическую предковую форму Мечников назвал паренхимеллой, а позднее переименовал в фагоцителлу.

Имели ли первичные многоклеточные форму геккелевской «гастреи» или мечниковской «фагоцителлы» и как именно шел у них процесс обособления двух клеточных слоев — это вопрос второстепенный; несомненно одно: двуслойное строение гастролы повторяет двуслойное строение общей предковой формы самых разнообразных групп животного мира, то есть этой древней предковой формой приходится считать каких-то примитивных животных, существовавших еще в протерозойскую эру.

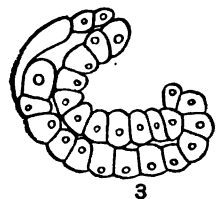
Место кишечного животного в общей системе животного мира. Таким образом, тип кишечного животного занимает узловое место в общей системе животного мира: от древнейших кишечных произошли и современные формы этой группы, сохранившие в основном тот



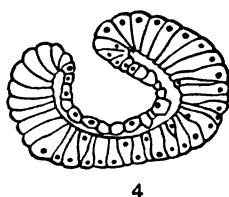
1



1 2



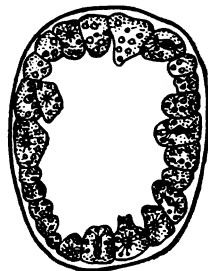
3



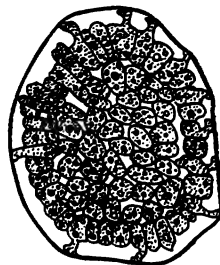
4

Рис. 62. Два типа гастролы:

I — путем инвагинации: 1 — у ракообразного, 2 — у моллюска, 3 — у кольчатого червя, 4 — у сифомедузы; II — путем деламинации у гидры: а — начало гастральной (бластулы с отслаивающимися внутри клетками), б — готовая гастрала.



а



б

II

же двуслойный тип строения, и — путем постепенного усложнения организации — также все более высоко стоящие группы вплоть до позвоночных: в этом его существенное отличие от типа губок, который сложился также очень рано, но зашел в тупик развития и уже не мог дать начала каким-либо иным типам организации: от древних губок произошли губки современные, и только.

И если для Трамбле и его современников гидра представляла интерес главным образом высоко развитой у нее способностью к регенерации, то для нас это существо еще более ценно как своего рода «живое ископаемое», пронесшее основные черты своей организации через всю геологическую историю на протяжении многих сотен миллионов лет. И, наблюдая за гидрой, прикрепившейся к стенке стеклянной банки, которая стоит перед нами на столе, мы в этом живом двуслойном мешочке, сохранившем сравнительно с другими современными кишечнополостными наиболее простое строение, угадываем некоторые черты сходства с протерозойскими предками всех высших групп животного мира, в том числе и тех, от которых ведет начало наш человеческий род.

Особенности гастрюляции у гидроидов. Относительная простота строения тела гидры позволяет нам сблизить ее с зародышевой стадией гастрюлы, которую проходят в своем развитии животные высших групп: этими примитивными чертами строения, сближающими гидру с зародышами других многоклеточных, и определяется ее, так сказать, «ключевое» положение в общей системе зоологического курса. А это обстоятельство может натолкнуть учащихся (а иногда и учителей) на дальнейшую аналогию между полипом и гастрюлой — на представление, что и двуслойное тело гидры также образуется из зародышевой формы бластулы путем инвагинации, то есть впячивания будущей энтодермы (рис. 62, I).

Однако среди кишечнополостных только у сцифоидных гастрюла образуется путем впячивания (и поэтому классическая схема гастрюляции может быть применена к кишечнополостным только с соответствующей оговоркой). Что же касается

гидры и всех гидроидов вообще, то у них развитие зародыша идет иным путем: внутренний слой клеток у них образуется частью делами и ацией — разделением клеток бластулы параллельно ее поверхности, — частью и миграцией, то есть переселением внутрь клеток с различных сторон бластулы (рис. 62, II). В этих клетках еще много желтка, и они заполняют собой всю внутреннюю полость зародыша; только когда желток израсходуется, у зародыша появляется гастральная полость.

На этих деталях развития гидры пришлось остановить внимание потому, что на школьных уроках еще бытует слишком упрощенное представление о гидре как о свободноживущей гастрюле, якобы образующейся, согласно общей схеме, путем инвагинации — впячивания будущей энтодермы.

Происхождение многоклеточных животных

По сравнению с высшими животными строение таких многоклеточных организмов, как гидра или бадяга, может показаться очень простым. Однако мы видим, что и у них имеются уже два неодинаковых слоя клеток — наружный и внутренний, что некоторые части тела и некоторые группы клеток у них выполняют свои особые, отличающиеся от других отправления, или функции. Хотя мы для удобства описания и сравниваем тело гидры с мешком, имеющим двойные стенки, но ведь в действительности у гидры есть и щупальца, и мышечные элементы, и стрекательные органы; сама живая гидра — это не какая-нибудь упрощенная схема животного, а настоящий животный организм, хорошо приспособленный к условиям существования.

Словом, многоклеточный организм даже самого простого строения — это не просто скопление многих клеток, соединенных вместе, а единое целое, состоящее из неодинаковых по строению частей.

Происхождение многоклеточных организмов от древних одноклеточных. Однако и гидра, и губка, и вообще всякое многоклеточное животное начинают индивиду-

альное существование с более простой формы — со стадии оплодотворенного яйца. Значит, на этой стадии развития и гидра и губка бывают еще одноклеточными существами.

У губок яйцевые клетки даже способны к самостоятельным движениям и, захватывая соседние клетки, питаются ими подобно тому, как это делает амеба. Затем это одноклеточное существо — яйцо — делится, как делятся и одноклеточные простейшие, с той только разницей, что у простейших клетки после деления расходятся, а здесь остаются в связи друг с другом, образуя единый многоклеточный организм.

Отсюда естественно заключить, что предки кишечнорастворимых и губок не всегда были многоклеточными организмами и что в отдаленнейшие от нас времена существовала группа простейших, у которых затем — в силу свойственной всем организмам изменчивости признаков — появилась новая особенность: клетки после деления не стали расходиться, а остались соединенными, как бы склеенными между собой.

Колониальные жгутиковые организмы. Среди микроскопически мелких зеленых организмов, которые вызывают в прудах «цветение» воды и которых ботаники относят к водорослям, а некоторые зоологи к жгутиковым простейшим, нередко встречаются шарики, состоящие из 16 или 32 клеток. Эти клетки соединены вместе слизистым прозрачным веществом и образуют одну колонию; все они одинаковы по своему строению, и каждая имеет все части, свойственные одноклеточным зеленым водорослям: зеленый хроматофор, красный «глазок» и пару подвижных жгутиков, при помощи которых вся колония крутится, точно волчок, и плавно передвигается в толще воды. Название этого колониального организма — *эвдорина*.

На эвдорину похож другой колониальный организм — *пандорина* (рис. 63). У этого вида колония состоит из 16 клеток, более тесно прикрепленных друг к другу и также снабженных жгутиками.

Каждый такой крутящийся шарик происходит от повторных делений одной клет-

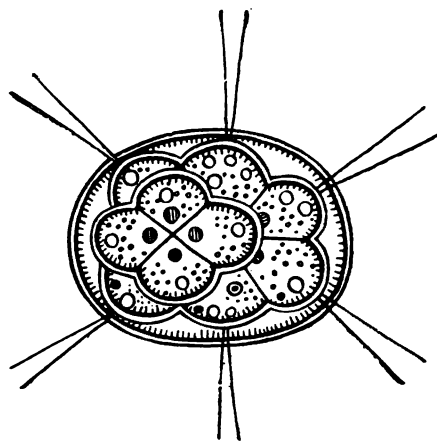


Рис. 63. Пандорина.

ки-родоначальницы. Клетки после четырех или пяти делений остаются склеенными между собой своими слизистыми выделениями, но все они сохраняют одинаковое строение и выполняют одинаковые функции.

Гораздо более крупные колонии образует *вольвокс*, называемый также «кружилкой» или «шаровкой». Колонию вольвокса можно заметить в воде и без микроскопа.

Колониальные простейшие как промежуточное звено между одноклеточными и многоклеточными организмами. Такие существа, как пандорина, эвдорина, вольвокс, представляют собой как бы промежуточное звено между одноклеточными и многоклеточными организмами. Хотя эти крутящиеся в воде шарики и состоят из многих клеток (у вольвокса даже из нескольких тысяч), однако их еще нельзя отнести к числу многоклеточных: это только колонии одноклеточных организмов, сохраняющих и при совместном существовании то же строение, как и отдельно живущие клетки, и выполняющих одинаковые функции. У настоящих же многоклеточных, как мы видели, клетки наружного и внутреннего слоев имеют уже неодинаковую форму и выполняют различные функции; кроме того, и те и другие не похожи на ту клетку, от которой все они произошли путем многократно повторяющихся делений, то есть на яйцевую клетку.

С этим связано и другое очень важное различие. Многоклеточный организм со-

ставляет единое целое, и его отдельные части в своих жизненных отправлениях зависят друг от друга. Поэтому если многоклеточное животное разрезать на куски, то оно или погибнет, или его куски восстанавливают (регенерируют) утраченные части и снова становятся целыми организмами, как это бывает у гидр и губок. Если же каким-нибудь способом уничтожить часть клеток в колонии эвдорины или вольвокса, то на их месте так и остаются пустые пробойны; необходимость восстанавливать целостность всей колонии у этих организмов еще не выработалась.

Конечно, ни эвдорины, ни вольвокс, ни какой-либо другой из современных колониальных организмов не являются предками современных многоклеточных животных, но их строение показывает в общих чертах, какой основной тип организации должны были иметь отдаленные предки многоклеточных. Это подтверждается и ходом развития отдельной особи многоклеточного животного: после дробления яйца зародыш первое время представляет собой комочек, состоящий почти из одинаковых клеток, напоминая этим колонию одноклеточных организмов, и только уже в дальнейшем приобретает более сложное строение.

Губки и кишечнополостные — две отдельные ветви развития многоклеточных. И кишечнополостные и губки встречаются в ископаемом состоянии, начиная с самых древних пластов, в которых сохранились ясные следы прежней жизни. Значит, обе эти группы возникли в еще более отдаленные времена от каких-то древних колониальных простейших, по типу строения похожих на наших пандорин и эвдорин. Для губок особенно ясна их родственная связь с группой воротничковых жгутиковых, на которых очень похожи их жгутиковые клетки.

Сравнение кишечнополостных с губками показывает, что развитие этих групп шло отдельными путями. У губок выработалось различие между двумя слоями клеток, выработались полезные для них защитные приспособления (скелет, резкий неприятный запах), но у них совсем не появилось приспособлений для передвижения всего тела и каких-либо подвижных

органов, вроде щупалец у полипов, никаких мышечных элементов у губок не найдено. В связи с этим у них не могло появиться и нервных клеток, которые у всех остальных многоклеточных животных воспринимают раздражения, идущие от окружающей среды, и вызывают согласованные движения различных частей организма. Нет у них и пищеварительной полости, и питаться они могут только микроскопически мелкими частицами, переваривая их внутри клеток, то есть тем же способом, как питаются жгутиковые простейшие. При таком типе организации губки могут вести только совершенно неподвижное существование. К такому образу жизни они оказываются хорошо приспособленными, но у них не намечалось, хотя бы и в зачаточном виде, никаких задатков для перехода к другим способам существования и к выработке более сложного типа строения¹.

Иное дело тип кишечнополостных. Здесь даже у наиболее простых форм, вроде гидры, имеются и мышечные волокна, и нервные клетки, и пищеварительная полость, способная переваривать сравнительно крупную добычу, то есть имеется все, что характерно и для любого высшего животного. А при сравнении полипов и медуз можно видеть, что мускулатура, нервная система и органы чувств, сравнительно слабо развитые у сидячих полипов, получают более значительное развитие у свободноплавающих медуз. И мы находим в типе кишечнополостных более значительное разнообразие форм и приспособлений, чем у неподвижно прикрепленных губок.

Класс гребневиков и вопрос о происхождении червей. Кроме уже упомянутых групп, к типу кишечнополостных относится также *класс гребневиков*, по многим

¹ Таким образом, тип губок остался в стороне от основных путей развития животного мира от низших групп к высшим; поэтому при переработке школьных программ в сторону устранения перегрузки учащихся этим типом и пришлось поступить, тем более что в нашей отечественной фауне губки занимают очень скромное и малозаметное место, а натуральные «туалетные губки» давно уже заменены искусственными фабрикатами. Однако наши пресноводные губки сохраняют свое значение в качестве объекта экскурсионных наблюдений, особенно для юннатских кружков.

особенностям своего строения стоящий особняком среди других групп этого типа и потому выделяемый в особый подтип нестрекающих. (Название дано по признаку, отличающему их от прочих кишечнополостных, объединяемых в подтип стрекающих. В последнее время некоторые авторы выделяют гребневиков даже в особый тип.)

Группа эта невелика по количеству видов (около 80). Живут гребневики в морях, и большинство их ведет свободноплавающий образ жизни (рис. 64). Тело у них стекловиднопрозрачное, и потому в водной среде они оказываются «невидимками» (понятно значение этой особенности для животных «нестрекающих»).

Однако особое внимание зоологов-дарвинистов привлекли к себе не эти изящные плавающие формы, а отряд плоскоте-

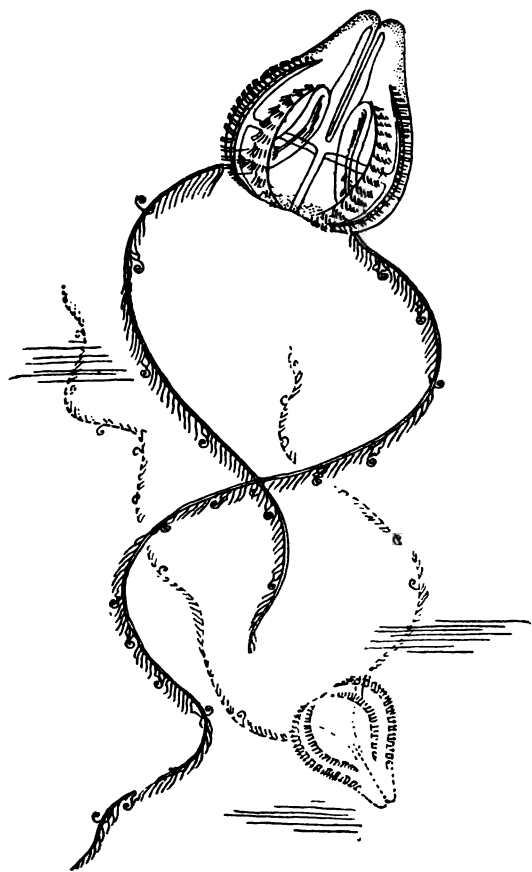


Рис. 64. Гребневик цидиппа.

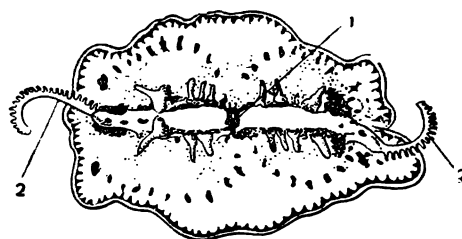


Рис. 65. Ползающий гребневик целоплана:

1 — аборальный орган; 2 — щупальца.

лых ползающих гребневиков, которые держатся на морском дне. Среди них в конце прошлого столетия широкую известность получили два рода — *целоплана* (рис. 65) и *ктеноплана*, впервые исследованные русскими учеными И. И. Мечниковым и А. А. Коротневым. По своему внешнему строению эти ползающие гребневики представляют собой как бы переход от гребневиков к плоским червям турбелляриям (см. далее, стр. 75).

На этом основании немецкий зоолог А. Ланг тогда же выдвинул гипотезу о происхождении червей от гребневиков. Гипотеза эта была почти общепризнанной до сравнительно недавнего времени¹, но теперь среди специалистов преобладает мнение, что сходство между ползающими гребневыми и плоскими червями является результатом конвергенции, обусловленной приспособлением их к сходным условиям жизни, а не близкого кровного родства. Оказалось, что сходство здесь ограничивается общей формой тела и характером строения пищеварительного аппарата, тогда как тип строения нервной системы и ход развития зародышей у них различны.

По-видимому, низшие черви и гребневики — это две отдельные ветви, ведущие свое начало от двух различных групп древнейших кишечнополостных.

¹ О ползающих гребневиках и о гипотезе Ланга приходится упоминать здесь хотя бы уже потому, что этот материал излагался в прежнем стабильном учебнике зоологии М. Я. Кузмера (1935—1948 гг.), по которому обучались в свои школьные годы многие преподаватели биологии.

Составляют ли черви единую систематическую группу? У Линнея в его «Системе Природы» все животные, не обладающие позвоночником, были разделены только на два класса — «класс насекомых» и «класс червей». Первый из них объединял в себе не только насекомых в нашем современном смысле, но и многоножек, пауков и раков, то есть соответствовал современному типу членистоногих; следовательно, он составлял единую естественную группу, хотя и подразделяемую теперь на несколько отдельных классов. Что же касается линнеевского «класса червей», то в него попали самые разнообразные животные, которым не нашлось места в предшествующих группах, — от простейших до моллюсков и иглокожих. Объясняется это тем, что во времена Линнея внутреннее строение низших животных было еще слишком мало изучено.

С начала XIX века дело изучения внутренней организации животных значительно продвинулось вперед. На основе новых данных от червей были отделены животные низших групп — наши современные простейшие и кишечнополостные (сначала вместе с губками), а затем в качестве особых типов были выделены моллюски и иглокожие. Но и после этого «тип червей» оставался группой, в которую включались животные, очень разнообразные по внешнему виду и по внутреннему строению, и

поэтому он был подразделен на несколько подтипов.

Позднейшие исследования еще более углубили эти различия, и сейчас прежние подтипы «плоских червей», «круглых червей» и «кольчатых червей» рассматривают уже как отдельные самостоятельные типы, равноценные типам кишечнополостных, моллюсков, членистоногих.

Однако и современная зоология пользуется названием «черви», но применяет его уже не как название определенной систематической категории, а как привычное общее понятие; его можно сохранить в научной литературе потому, что при всей разнородности отдельных групп, обозначаемых этим именем, все они располагаются в зоологической системе рядом, не нарушая порядка естественной классификации. Практическое удобство объединения всех этих животных под общим условным названием состоит в том, что некоторые общие признаки различных типов «червей» могут быть «вынесены за скобку», а это дает экономию времени на их изучении; для школьного же курса оно удобно еще и потому, что оно позволяет внутри этой сборной группы произвести некоторые перестановки, вызываемые методическими соображениями, например начинать ознакомление с этими животными не с низшей группы плоских червей, а с дождевого червя — представителя

наиболее высокого по уровню организации типа кольчатых червей, или кольцев, как это принято в действующих ныне школьных программах.

Признаки, общие для всех червей. Таким образом, под сборным названием «черви» мы и теперь объединяем животных, очень различных и по своему строению, и по образу жизни. Сюда относятся и всем известные дождевые, или земляные, черви, и обитающие в воде пиявки, и несколько тысяч видов паразитических организмов, в науке называемых гельминтами, а в просторечии глистами. Большое количество видов — несколько тысяч — живет на дне морей и представляет один из важнейших объектов питания для обитающих там рыб. Среди червей есть организмы, различимые только при помощи микроскопа (таковы уже упоминавшиеся выше коловратки, которых раньше смешивали с инфузориями), есть и форма длиной до 30 м.

Каковы же те немногие общие признаки, которые могут быть «вынесены за скобку» при характеристике всего прежнего «типа червей»?

Таковыми признаками можно считать удлинённую форму тела, отсутствие твердых скелетных частей и настоящих расчленённых конечностей, какие имеются у членистоногих (многоножек, насекомых, пауков, ракообразных). Наружные покровы тела вместе с подстилающей их мускулатурой образуют у червей кожно-му-

скульный мешок, одевающий их мягкие ткани и внутренние органы. Тело червей обладает двусторонней симметрией; это значит, что у них можно различить правую и левую половины, которые, как и в нашем теле, симметричны между собой; вместе с тем у червей можно различить передний и задний концы тела. В этой двусторонней симметрии — сходство червей с животными вышних групп и отличие их от низших многоклеточных — губок и кишечнополостных (за исключением гребневиков, у которых уже намечается переход к двусторонней симметрии).

Двусторонняя симметрия в животном мире связана с приспособленностью к поступательному движению, которое свойственно всем животным, вынужденным самостоятельно добывать себе пищу и уходить от преследователей. Недаром и человек, создавая приспособления для передвижения, начиная от простейшей повозки и челнока и кончая современными автомобилями, самоходными судами и самолетами, придает им двустороннесимметричную форму. (Что получилось бы, если бы на телеге правые и левые колеса оказались неодинаковых размеров?)

Правда, среди червей имеются внутренние паразиты, которым не приходится ползать или плавать. Однако эти паразитические черви ведут свое происхождение от свободноживущих форм, от которых они и унаследовали симметричное строение.

ТИП ПЛОСКИХ ЧЕРВЕЙ

Самый характерный признак плоских червей отражен в названии этой группы: тело у них плоское — либо в форме листочка, либо в виде длинной тесемки или ленты. Внутренняя организация у них более простая, чем у других червей: их тело в основном представляет собой пласт мягкой соединительной ткани — паренхимы, внутри которой проходят каналы, состав-

ляющие пищеварительную, выделительную и половую системы червя. К типу плоских червей относятся три класса: 1) *класс ресничных червей*, или *турбеллярий*, обитающих в морях и в пресных водоемах и передвигающихся в основном при помощи мелких ресничек, которыми покрыто их тело; 2) *класс сосальщиков*, ведущих паразитическое существование, а

по форме и внутреннему строению имеющих много общего с ресничными червями, от которых они отличаются образом жизни и отсутствием ресничек, и 3). *класс ленточных червей*, глубоко

приспособленных к паразитическому образу жизни, не имеющих собственных пищеварительных органов и обладающих сложным циклом развития со «сменой хозяев».

КЛАСС РЕСНИЧНЫХ ЧЕРВЕЙ, ИЛИ ТУРБЕЛЛЯРИЙ

С внешним видом свободноживущих плоских червей можно ознакомиться на примере *молочной планарии* (рис. 66), получившей такое название за свою окраску и обитающей в таких же водоемах, как и гидра. Чтобы найти планарий, следует внимательно осматривать нижнюю поверхность вынутых из воды листьев кувшинок или кубышек, а также извлеченные из воды листья других растений. Водятся у нас и другие виды планарий, но молочную планарию легче заметить благодаря ее светлой окраске и более крупным размерам (15—25 мм).

Планарии медленно передвигаются по поверхности подводных предметов или в самой толще воды при помощи ресничек, в бесчисленном количестве покрывающих их тела и невидимых невооруженным глазом; поэтому они перемещаются (скользят или плывут) как будто без всяких органов передвижения и без каких-либо видимых усилий, наподобие таинственных сказочных привидений. Дело в том, что планарии выделяют обильную слизь, которой устилают свой путь, а колеблющиеся реснички упираются в эту слизь и продвигают червя вперед. Впрочем, пере-

движение турбеллярии (особенно при ползании) обуславливается также и слабо-заметными сокращениями мышц.

На переднем конце тела планарии сверху заметны две темные точки — это ее глаза, имеющие очень примитивное строение и, по-видимому, способные только различать свет и темноту. Сквозь покровы тела просвечивает сильно разветвленный кишечник.

Рассматривать более подробно внутреннее строение планарий мы здесь не будем, так как в основных чертах с ним сходно и строение тела сосальщиков, на котором мы остановимся более подробно; заметим лишь, что у сосальщиков, в связи с их паразитическим образом жизни, не имеется глаз и ресничек.

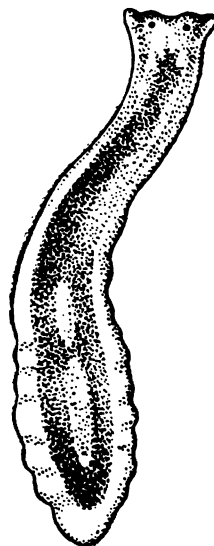


Рис. 66. Молочная планария.

КЛАСС СОСАЛЬЩИКОВ

Печеночный сосальщик

В местностях с сырыми пастбищами и болотистыми водопоями скот часто болеет от заражения паразитическим червем *печеночным сосальщиком*. В просторечии эту болезнь иногда называют «метелницей» или «гниением печени»; научное ее

название — фасциолез (от латинского названия этого сосальщика *Fasciola hepatica*).

Особенно часто от фасциолеза гибнут овцы. К осени зараженные животные худеют, теряют аппетит, страдают лихорадкой и отеками; смертность иногда охватывает от 50 до 100% всего поголовья овец.

Если вскрыть павшее или зарезанное животное, больное фасциолезом, то можно видеть, что печень у него уменьшена, желчные протоки расширены и в них обнаруживаются виновники заболевания. Они имеют вид буровато-желтых листочков длиной 2—3 см (местами крестьяне называют их «клопами»).

Чтобы рассмотреть извлеченного из печени сосальщика, его нужно обмыть так называемым физиологическим раствором поваренной соли (1 г соли на 125 см³ воды): приблизительно таково содержание соли в той жидкости, в которой обитают внутренние паразиты.

Внешний вид. На выступающем переднем конце сосальщика видна ротовая присоска. Присоски помогают червю прочнее держаться на стенках желчных ходов, где он паразитирует. Благодаря наличию двух присосок печеночного сосальщика иногда называют «двуусткой» или «двуроткой»; однако оба эти названия неправильны, так как рот у сосальщика только один — на передней присоске. Пищу сосальщика составляет кровь его «хозяина» вместе с веществами, образующимися в его печени.

Снаружи тело сосальщика одето плотной кутикулой — сплошной пленкой из вещества, выделяемого покровными клетками тела. Кутикула защищает живые клетки червя от возможных повреждений.

Внутреннее строение. Через кутикулу и мякоть тела сосальщика смутно просвечивает сильно ветвящийся кишечник (рис. 67, А). Поступающая через рот пища по разветвлениям кишечника распределяется по всему телу, попадает во все его участки и идет на поддержание жизни всех клеток.

Еще более сложные разветвления образует выделительная система сосальщика (ее при наружном осмотре червя не видно): вся мякоть тела пронизана тончайшими каналами, по которым жидкие продукты обмена веществ из всех живых тканей собираются в более крупный, средний канал, открывающийся на заднем конце тела (рис. 67, Б).

Очень запутанный вид представляет и система органов размножения. В отдельных частях этой системы образуются мужские и женские половые клетки. После оплодотворения яйца снабжаются питательным материалом и одеваются оболочками. Под оболочкой каждого яйца, пока оно продвигается по извилистым по-

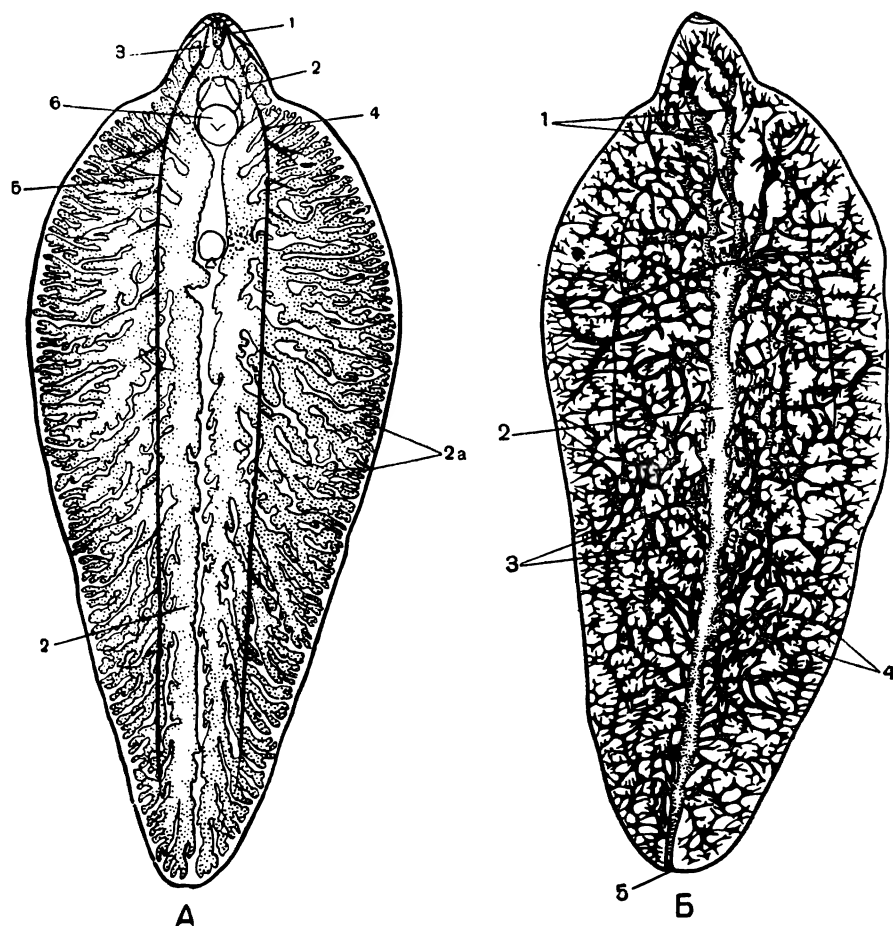


Рис. 67. Строение печеночного сосальщика:

А — пищеварительная и нервная системы: 1 — глотка; 2 — продольные ветви кишечника, дающие многочисленные боковые ответвления (2а); 3 — окологлоточный нервный узел; 4 и 5 — продольные нервные стволы; 6 — брюшная присоска.
Б — выделительная система: 1 — передние каналы; 2 — главный ствол выделительной системы; 3 — боковые каналы; 4 — тончайшие выделительные канальцы; 5 — выводное отверстие (система органов размножения не изображена).

ловым путям наружу, происходит и развитие зародыша.

Более простой вид имеет у сосальщика нервная система, заложенная в мякоти тела. Она состоит из околوجلочного узла и двух отходящих от него нервных стволов. От этого центрального органа нервной системы отходят более мелкие ответвления к поверхности тела и к лежащим под нею мышцам.

В общем же вся картина внутреннего строения сосальщика кажется чрезвычайно запутанной и гораздо более сложной, чем строение любого высшего животного: у него невозможно представить на одном рисунке системы всех его внутренних органов, как это дается на изображениях вскрытых животных из высших групп, например рака, лягушки или кролика. Однако эта кажущаяся сложность строения зависит здесь как раз от простоты организации всех плоских червей. При отсутствии у всех низших червей кровеносной системы пищевые вещества могут доставляться тканям тела только через ответвления самого кишечника, а жидкие продукты выделения могут быть выведены наружу только через многочисленные каналы, идущие из всех участков тела. Заднепроходного отверстия у плоских червей нет, и ответвления кишечника оканчиваются слепо; этим плоские черви сходны с кишечнополостными.

Лучшему уяснению действительной простоты организации сосальщика может помочь схема, изображающая поперечный разрез через тело этого червя (рис. 68). Она показывает, что, в отличие от гидры, которая в основном представляет собой двуслойный мешок, тело плоского червя — это целый пласт клеточной мякоти (паренхимы), снаружи одетый тонкой кутикулой. У гидры мы видели одну внутреннюю полость (она же кишечная), а здесь паренхима пронизана ответвлениями трех каналов (из коих один раздвоенный), сообщающихся с внешней (по отношению к червю) средой.

Каково же значение этих каналов, образующих просветы в клеточной мякоти? Каждая клетка тела нуждается в питательном материале; и он доходит до нее по ответвлениям раздвоенного кишечника

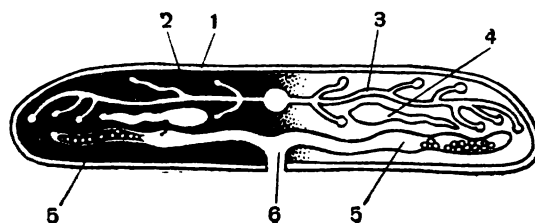


Рис. 68. Схема поперечного разреза сосальщика:

1 — кутикула; 2 — мякоть тела (паренхима);
3 — выделительная система; 4 — ветвь кишечника;
5 — органы размножения; 6 — половое отверстие.

(рис. 68, 4); каждая клетка выделяет жидкие продукты обмена, которые и выводятся через многочисленные разветвления в средний канал (рис. 68, 3), а оттуда удаляются из тела. Наконец, внутри организма образуются в огромнейшем количестве половые клетки, созревающие в каналах половой системы сосальщика (рис. 68, 5).

В общем тело сосальщика мы можем в какой-то мере уподобить хлебному батону, в котором корочка будет соответствовать кутикуле, хлебная мякоть — паренхиме червя, а многочисленные пустоты в этой рыхлой мякоти — ответвлениям каналов, образующих систему органов пищеварения, выделения и размножения. И хотя на ломте хлеба эти пустоты образуют довольно запутанный узор, едва ли можно сказать, что батон или буханка хлеба имеет «сложное строение».

Сильная разветвленность пищеварительной и выделительной систем у печеночного сосальщика обусловлена и сравнительно крупными размерами этого червя: у мелких видов сосальщика и у маленьких личинок той же печеночной фасциолы картина внутреннего строения значительно проще (почему именно?).

Что же касается сильного развития у сосальщика системы органов размножения, то оно, как мы это сейчас увидим, связано с паразитическим существованием этого червя.

Плодовитость и паразитизм. Паразитический организм может развиваться только в теле соответствующего «хозяина», а всякий зародыш, которому не повезло попасть в такие условия, неминуемо

погибает. Следовательно, если животное ведет паразитический образ жизни, но окажется недостаточно плодовитым, оно не сможет удержаться в природе: естественный отбор сохраняет только наиболее плодовитых паразитов.

Вместе с тем паразит, живущий за счет своего «хозяина» внутри его тела, вполне обеспечен там необходимой ему пищей. Следовательно, такой паразит должен производить огромное количество зародышей, так как из них только самая ничтожная часть попадет в подходящие для их развития условия, и он может производить такое количество зародышей, потому что необходимый для их формирования питательный материал он в изобилии получает из тела своего хозяина. Этим и объясняется сильное развитие органов размножения у паразитических червей.

Развитие сосальщика. Количество яиц, производимых одним сосальщиком, огромно и достигает 40 тысяч. Оплодотворенные и созревшие яйца попадают в желчные протоки «хозяина» и вместе с желчью проходят в кишечник, а оттуда выносятся наружу вместе с испражнениями.

Если затем дождевые потоки, размывая оставленные животными испражнения, принесут яйца сосальщика в пруд или болото, внутри яиц развиваются зародыши, которые затем выбираются из скорлупки в виде микроскопически мелких личинок (рис. 69). Эти личинки (мирации) покрыты ресничками, при помощи которых они плавают в воде, пока некоторым из них (очень немногим!) посчастливится встретить особый вид водяной улитки — *малого прудовика*. Тогда личинка проникает в тело нового «хозяина» и подвергается там превращению: ее тело теряет уже ненужные ей реснички и принимает мешковидную форму. Внутри этого крошечного организма (споросты) образуются яйца, которые без всякого оплодотворения — путем партеногенеза — дают новые зародыши. Вскоре тело паразита, наполненное такими зародышами, разрушается, и на этом первое — дочернее — поколение сосальщика оканчивает свое существование.

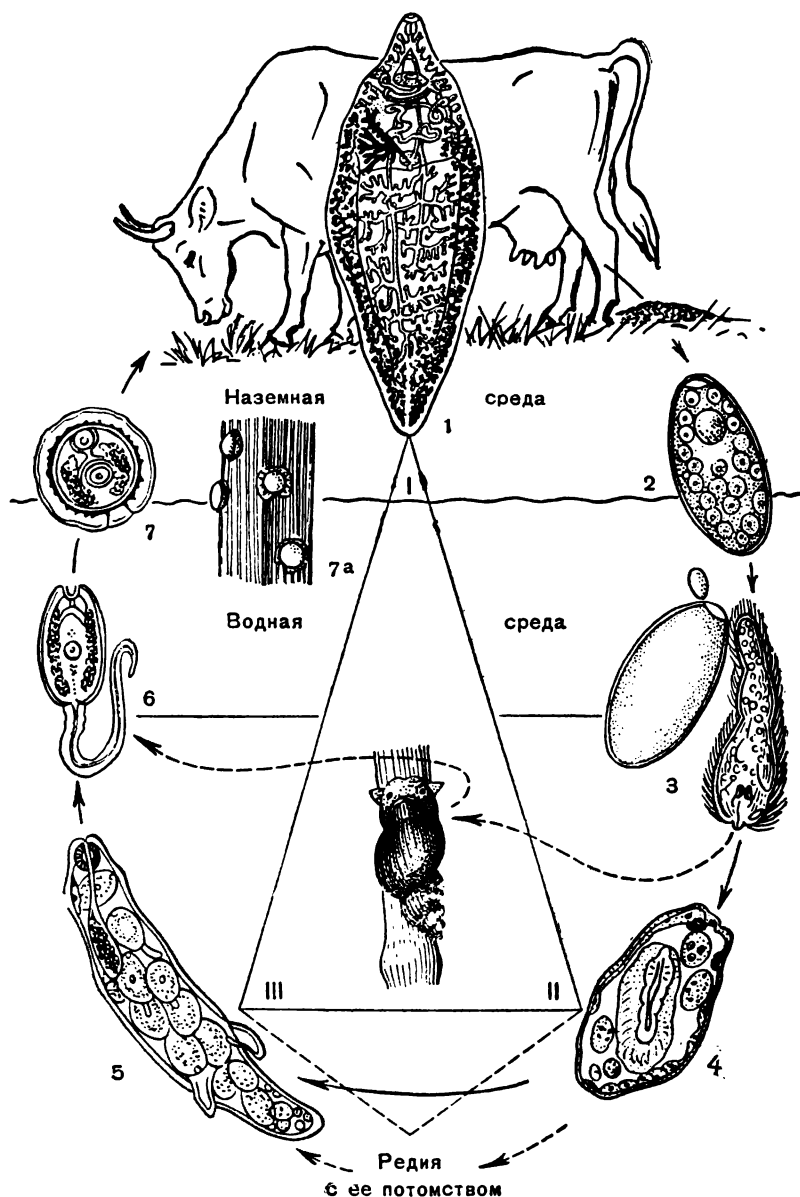


Рис. 69. Развитие печеночного сосальщика:

1 — половозрелый сосальщик в печени жвачного; 2 — яйцо, вынесенное наружу с испражнениями; 3 — выход мирации; 4 — споросты и 5 — редия из тела прудовика; 6 — церкария; 7 — подросток и 7^а — подросток, прикрепившийся к травинке; I, II и III — развитие сосальщика в теле прудовика.

Теперь в теле улитки оказывается уже новое — внучатное — поколение сосальщика в виде микроскопически мелких продолговатых червячков — редий, не похожих ни на «мать», ни на «бабушку».

Вскоре внутри тела этих редий — опять-таки партеногенетически, то есть без оплодотворения, — образуются зародыши новых редий. Затем старые редии погибают, и в теле улитки оказывается уже новое (и еще более многочисленное!) поколение редий; это уже «внучки» того паразита, который проник из воды в тело улитки, и «правнучки» сосальщика, обитавшего в печени овцы или коровы.

В теле новых редий также образуются зародыши, но уже не похожие на материнский организм. Затем и эти редии погибают, а их потомство покидает тело улитки и выходит наружу в виде огромного количества крошечных хвостатых личинок — церкарий. На теле этих личинок имеется две присоски, а изнутри просвечивает кишечник, разделяющийся на две ветви; по этим признакам в личинке уже можно узнать строение будущего сосальщика.

При помощи своего хвостика личинки церкарии некоторое время плавают в воде, наподобие головастиков, а затем хвостик у них исчезает и на поверхности их тела образуется плотная оболочка. В таком виде личинки (адоlescарии) прикрепляются к травинкам или просто остаются на поверхности водоема. Наконец, некоторым из них удается вместе с травой или питьевой водой попасть в кишечник какого-нибудь млекопитающего животного, и тогда из них вырастают уже крупные обоеполые сосальщики, похожие на свою «прапрабабушку».

Изображенная на рисунке 70 схема подчеркивает, что в жизненном цикле сосальщиков, кроме явлений личиночной метаморфозы (превращения мирации в спороцисту, редии — в адоlescарий, а затем в половозрелого сосальщика) и смены хозяев (млекопитающее — моллюск — млекопитающее), имеет место и играет очень важную роль смена нескольких поколений, паразитирующих в теле моллюска с прогрессирующим увеличением численности особей, на схеме представленным пуч-

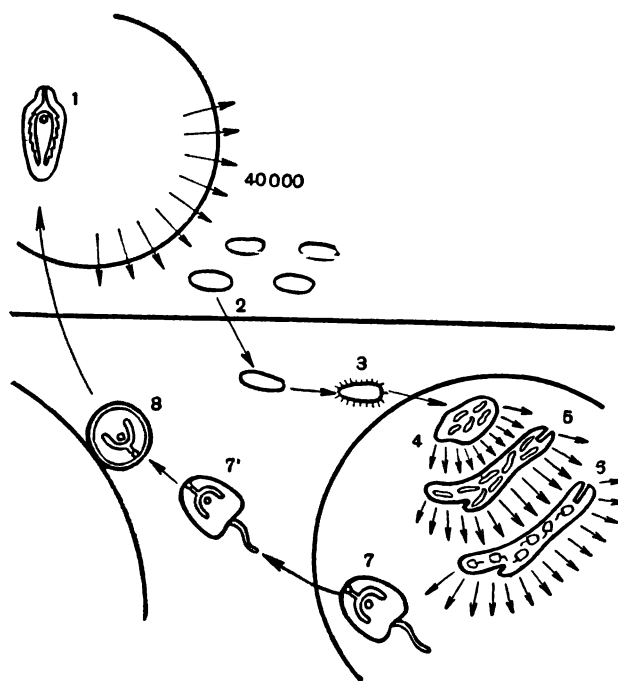


Рис. 70. Схема размножения (расходящиеся стрелки) и смены поколений у сосальщика:

1 — половозрелый сосальщик в теле жвачного; 2 — яйца; 3 — мираций; 4—7 — развитие и смена поколений в теле улитки; 7' — церкария; 8 — адоlescарий.

ками расходящихся стрелок. Интересно подсчитать, сколько приблизительно церкарий может выйти из одной улитки, в тело которой попала только одна плавающая личинка, вылупившаяся из яйца сосальщика (в среднем можно принять, что первое поколение дает 8 редий, а каждая редия дает по 15 потомков).

Борьба с заражением сосальщиком. Чтобы избежать заражения скота личинками сосальщика, не следует пасти его на заболоченных лугах и загрязнять навозом места водопоя. Те прудки и болотца, в которых обнаружено нахождение промежуточного хозяина — малого прудовика, рекомендуется осушить. Заболевших животных лечат отваром из корневища папоротника или приготовленными из него лекарственными препаратами («ди-столь», «филиноль»), убивающими сосальщиков.

Происхождение сосальщиков. Те признаки, которые отличают сосальщиков от ресничных червей (кутикула, более упрощенное строение нервной системы при от-

сутствии особых органов чувств, чередование поколений), связаны с их паразитическим образом жизни, основной же тип строения у них общий. Отсюда можно заключить, что свободноживущие ресничные черви — это более древняя по своему происхождению группа и что от каких-то древнейших ресничных червей произошли и их современные формы, вроде молочной планарии и класса сосальщиков. Припомним, что в то короткое время, когда вышедшая из яйца сосальщика личинка — мирацидий — еще не попала в тело улитки, она плавает при помощи ресничек — еще одно свидетельство в пользу происхождения сосальщиков от ресничных червей.

Конечно, этот исторический процесс не следует представлять себе в форме внезапного превращения какой-то турбеллярии во внутреннего паразита. Существуют и теперь сосальщики, имеющие больше сходства с ресничными червями и живущие на поверхности тела раков и моллюсков; они питаются здесь различными мелкими организмами и только изредка пользуются соками своего «хозяина», если на его теле случайно окажется ранка. Есть затем очень много сосальщиков, которые не только сидят на поверхности тела своего «хозяина», но уже постоянно питаются его соками; таковы сосальщики, живущие на наружными паразитами на жабрах рыб. Есть, наконец, сосальщик, который поселяется в виде наружного паразита на жабрах головастика, а затем, когда жабры зарастают и головастик постепенно превращается в лягушку, этот сосальщик — *лягушачья многоустка* — оказывается уже внутренним паразитом лягушки. Он поселяется в ее мочевом пузыре, а весной, когда наступает пора размножения, высовывается оттуда через от-

верстие клоаки и откладывает в воду оплодотворенные яйца. Выходящие из них личинки прикрепляются к жабрам головастика и затем повторяют путь развития своей матери; таким образом, чередования различающихся между собой поколений здесь еще нет.

Конечно, все эти современные нам наружные паразиты не являются предками печеночного сосальщика или других подобных ему внутренних паразитов, но они помогут нам, хотя бы в общих чертах, представить себе, каким путем на протяжении многих миллионов лет могли вырабатываться те приспособления к паразитизму, которые так ярко выражены у печеночного сосальщика.

Сопоставление сосальщиков с ресничными червями должно также рассеять то довольно распространенное неправильное представление, по которому черты примитивности в их строении (отсутствие вторичной полости тела и кровеносной системы), резко отличающие их от высших червей из типа кольчатых, ошибочно понимаются как результат «упрощения» организации в связи с паразитическим образом жизни. В действительности в этих признаках выражается не «упрощение» организации, а ее изначальная простота, свойственная всем плоским червям, в том числе и свободноживущим турбелляриям. Все плоские черви в процессе своего исторического развития так и «не доросли» до того уровня, на котором у животных других групп появляется вторичная полость тела и органы кровообращения. А для паразитического существования вполне достаточно та ступень организации, которой достигли плоские черви, и недаром именно среди них встречается так много гельминтов.

КЛАСС ЛЕНТОЧНЫХ ЧЕРВЕЙ

Еще дальше, чем у сосальщиков, зашло приспособление к паразитическому существованию у *ленточных червей*, или *лентецов*, составляющих третий

класс в обширном типе плоских червей. К этому классу принадлежат такие широко распространенные паразиты, как цепни, известные также под именем

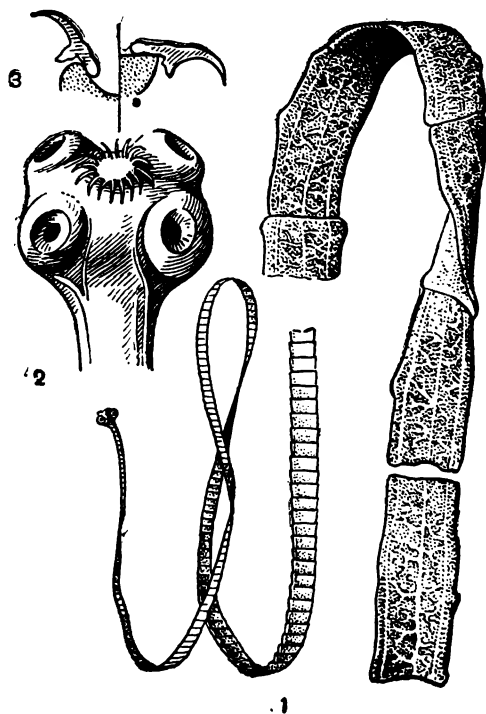


Рис. 71. Цепень свиной, или вооруженный:

1 — ленточная форма (представлены ее передний конец и несколько задних члеников) в натуральную величину; 2 — головка (сколекс) в увеличенном виде; 3 — крючки-зацепки сколекса при значительном увеличении.

«солитеров»¹, эхинококк, овечий мозговик и множество других форм, паразитирующих в теле самых разнообразных животных: и морских, и пресноводных, и наземных.

Цепень свиной, или вооруженный. В кишечнике человека могут паразитировать два вида крупных цепней, во многом

¹ До недавнего времени в русской учебной и научно-популярной литературе свиной и бычий цепни фигурировали под именем «солитеров» (без *е* — от французского *solitaire*, что в первую очередь означает «одиночка», «отшельник»). Однако в разговорной речи это название подверглось искажению, превратившись в «солитёра», и преподаватели вузов пытались бороться с этим просторечием, стараясь приблизить звучание слова к его французскому первоисточнику. Но в настоящее время произношение «солитёр» оказалось узаконенным в орфографических словарях и справочниках, и теперь зоологи предпочитают совсем отказаться от искаженного французского наименования, заменив его полужабытым старинным русским названием «цепень» (подчеркивающим сходство червя с цепочкой).

похожие между собой — *цепень свиной* (рис. 71) и *цепень бычий*. Ознакомление с ними начнем со свиного цепня.

Ленточная форма цепня. *Свиной цепень* достигает 2—2,5 м длины и имеет вид узкой цепочки, состоящей из множества звеньев (отсюда и название «цепень»). Он живет только в тонкой кишке человека и прикрепляется к ее стенке своей маленькой головкой, на которой имеются четыре присоски и целый венчик твердых и цепких крючков (отсюда — «цепень вооруженный»).

За головкой идет тонкая шейка, а за ней тело подразделяется на членики. Чем дальше от головки, тем членики явственнее разделены между собой, тем они шире и крупнее. По мере роста червя на задней части его шейки формируются все новые и новые членики, а более старые отодвигаются назад и, достигнув полной зрелости, один за другим отделяются от тела. Снаружи тело одето тонкой кутикулой, которая легко пропускает жидкие вещества.

В связи с паразитическим образом жизни и сильно сплюсненной лентовидной формой тела внутреннее строение цепня оказывается сильно упрощенным. У него даже нет пищеварительной системы: прикрепившись к стенке кишечника, цепень весь «кушается» в жидкой пище, уже переработанной пищеварительными соками его «хозяина» — человека; подобно тому как эта жидкая пища всасывается стенками кишечника хозяина, она через тонкую кутикулу, одевающую все лентовидное тело червя, всасывается всею его поверхностью и проникает к тканям тела, и, опять-таки благодаря той же лентовидной форме тела, любая его клетка находится поблизости от поверхности, откуда она получает необходимый питательный материал (рис. 72).

В условиях жизни в бескислородной среде у всех ленточных червей (равно как и у других внутренностных паразитов) не только не

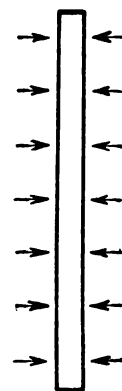


Рис. 72. Схема, поясняющая способ питания цепня.

имеется органов дыхания, но отсутствует и самый дыхательный процесс, о чем подробнее будет сказано далее, на стр. 89.

Значительно упрощенное строение имеет и нервная система цепней. Внутри головки находится очень маленький головной узел, от которого по бокам тела в виде двух параллельных нитей тянется пара нервных стволов. Особых органов чувств у цепней нет.

Для паразита, укрытого во внутренних органах чужого тела и живущего там «на всем готовом», вполне достаточна и такая упрощенная нервная система: ему не приходится ни добывать пищу, ни спастись от опасностей. За нервной системой остается главным образом управление движениями мускулатуры, которая у цепней хорошо развита. Благодаря сокращениям соответствующих мышц червь, прикрепившись к стенкам кишки, может менять по-

ложение своего тела, располагая рядом те или иные участки (это имеет для него большое значение в процессе размножения), а отдельные оторвавшиеся членики могут медленно переползать.

Органы выделения, как и у других плоских червей, пронизывают всю мякоть тела цепня в виде мельчайших канальцев, через которые жидкие продукты обмена поступают в парные боковые каналы и через них выводятся наружу на последнем членике тела. В каждом членике эти боковые каналы соединены между

собой поперечными протоками, так что общее расположение каналов выделительной системы напоминает очертания приставной лестницы-стремянки.

В связи с паразитизмом у ленточных червей, как и у сосальщиков, сильно развиты органы размножения. Черви эти — гермафродиты, и в каждом членике, достигшем определенной ступени развития, закладываются органы и мужской и женской половой системы. На боковом ребре каждого зрелого членика имеется отверстие, ведущее в половую клоаку; через это отверстие мужские половые клетки проникают в женские органы другого членика того же цепня (когда он лежит в кишечнике, изогнувшись складками или свернувшись клубком), а иногда и другой особи, паразитирующей в том же кишечнике. После оплодотворения мужские органы атрофируются, а в задних, наиболее зрелых члениках сильно разрастается матка, битком набитая зрелыми яйцами. Яйца эти так и остаются в матке и тогда, когда зрелые членики один за другим отрываются от тела червя и покидают кишечник «хозяина».

Развитие пузырчатой формы цепня. Выброшенный наружу членик через несколько дней погибает, но наполняющие его микроскопически мелкие яйца, одетые скорлупками, могут долго сохранять свою жизнеспособность, пока не попадут в те условия, в которых они могут развиваться дальше.

Такие условия они встречают в организме промежуточного хозяина — свиньи. Свинья неразборчива в пище и при случае поедает человеческие испражнения, в которых могут быть оторвавшиеся членики цепня — целые «пакеты», заключающие в себе по несколько тысяч яиц паразита. В желудке свиньи оболочки яиц растворяются, а освободившиеся зародыши, вооруженные шестью крючками (рис. 73), пробуравливают стенки кишечника и попадают в кровь. Кровь разносит крошечных личинок в различные части тела свиньи, где они наконец и остаются.

Обосновавшись в мускулатуре или в других органах свиньи, личинки увеличиваются в размерах, сбрасывают уже не-

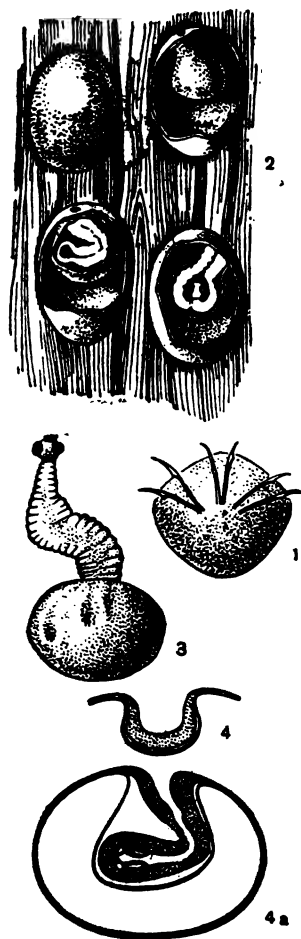


Рис. 73. Развитие свиного цепня:

1 — личинка с шестью крючками (онкосфера) при большом увеличении (1×1300); 2 — финка в свином мясе (частично вскрыта); 3 — вывернутая из пузыря молодая ленточная форма; 4 и 4а — схемы образования впадины на пузыре финки.

нужные для них крючочки и через 3—4 месяца обращаются в пузырчатого глиста, или финку, величиной с крупную горошину. Так как свинья при заражении проглатывает сразу несколько тысяч яиц цепня, то и в мышцах у нее оказывается множество таких финок; мясо такой свиньи называется *финнозным*.

При созревании финки в ее теле происходят и внутренние изменения: на стенке пузыря в одном месте образуется внутренний вырост, его можно схематически представить себе в виде перчаточного пальца, вдавленного внутрь пустой перчатки (сама перчатка будет в данном случае изображать пузырь финки). На этой стадии развитие цепня в теле промежуточного хозяина — свиньи приостанавливается.

Развитие ленточной формы цепня. Финки могут в течение многих лет оставаться в теле свиньи живыми, пока свинья не будет зарезана на мясо и финнозная свинина в сыром или недожаренном виде не будет съедена окончательным хозяином — человеком. В кишечнике человека пузырчатая форма превращается в ленточную — во взрослого цепня.

Происходит это следующим образом. Внутренний вырост (который мы сравнивали с вдавленным пальцем на перчатке) выворачивается наружу и становится передней частью цепня; здесь уже заранее сформировалась, а теперь выступила наружу головка с четырьмя присосками и с крючочками. Самый пузырь под действием человеческого желудочного сока переваривается и исчезает, а выпятившийся из него червячок попадает в тонкую кишку и прикрепляется к ее стенке при помощи присосок и крючков. Затем цепень начинает быстро расти, благо «хозяин» в изобилии снабжает его пищей, и вскоре образует длинную цепочку из отдельных члеников.

По мере роста червя членики, образовавшиеся раньше, постепенно отодвигаются назад, а между ними и головкой формируются все новые и новые звенья. Когда же тело его достигает длины около 2 м, от него на заднем конце начинают отделяться наиболее зрелые членики, наполненные яйцами, и цепень — при невольном содействии своего «хозяина» —

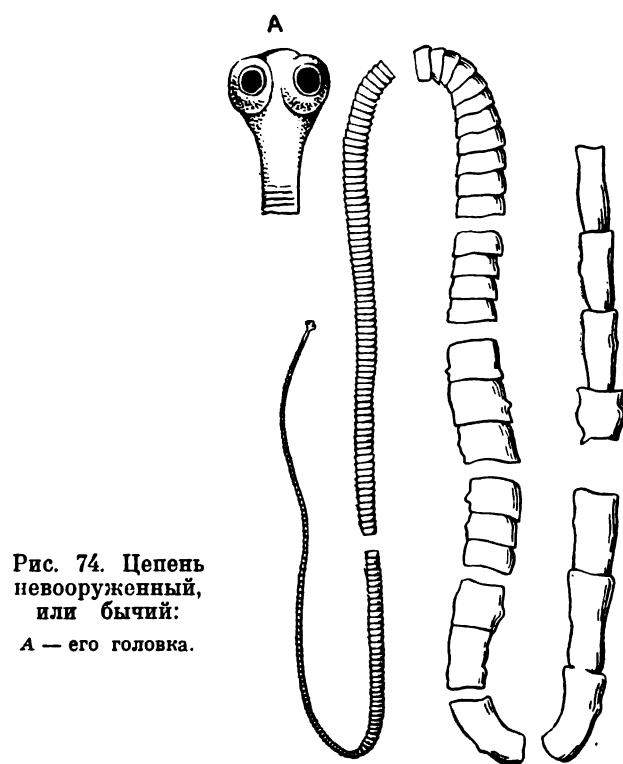


Рис. 74. Цепень невооруженный, или бычий:

А — его головка.

начинает рассеивать по окрестностям свое потомство.

Иногда, в редких случаях вопиющей неопытности, человек может занести в свой кишечник яйца цепня и оказаться вместо свиньи промежуточным «хозяином» цепня со всеми вытекающими отсюда печальными последствиями — с финками, пожизненно остающимися в его мышцах, стенках сердца и других внутренних органах (в недавние годы в газетах был описан случай, когда у шофера, ослепшего на один глаз, внутри глазного яблока была обнаружена финка).

Бычий, или невооруженный, цепень. Бычий цепень также паразитирует в тонкой кишке человека. От свиного цепня он отличается отсутствием крючочков на голове, более значительной длиной (до 4—10 м) и более удлиненной формой зрелых члеников (рис. 74). Промежуточным хозяином для этого червя оказывается крупный рогатый скот, который заражается яйцами паразита на загрязненных пастбищах: благодаря удлиненной форме членики червя способны активно обвиваться

вокруг стебельков травы, а затем в засохшем виде остаются на них и после того, как сами испражнения будут смыты дождями или подвергнутся разложению.

В мышцах промежуточного «хозяина» из личинок развиваются финки, более мелкие, чем финки свиного цепня (мясники иногда называют их «крупкой»). Человек заражается ленточной формой бычьего солитера при употреблении мяса в сыром или недожаренном виде. Ленточная форма в кишечнике человека может жить до 15 лет, отделяя в среднем за каждый год до двух с половиной тысяч зрелых члеников, наполненных яйцами.

Овечий мозговик

В ленточной форме *овечий мозговик*, или *ценур*, живет в кишечнике собак, волков и шакалов, а в пузырчатой стадии — у овец, которые заражаются яйцами этого паразита на пастбищах, где собаки и дикie хищники оставляют свои испражнения. Пузырчатая форма поселяется у овец в полости черепа и достигает там размеров грецкого ореха или даже куриного яйца. Пузырь этот давит на мозг (отсюда название «мозговик») и вызывает так на-

зываемый вертеж или глистную вертячку овец: овцы худеют, начинают бесцельно бегать и кружиться, наконец слабеют, падают и погибают.

Внутри пузыря мозговика образуется не один вырост с головкой, как в финке свиного и бычьего цепней, а множество (рис. 77). Поэтому собака, волк или шакал, съевшие вместе с мозгом павшей овцы пузырь мозговика, получают сразу несколько десятков или несколько сотен ленточных глистов. Зато по размерам они много меньше наших цепней, длина их не превышает 50—70 см. Они мало вредят своим окончательным «хозяевам», которые, бегая по всей округе, заражают



Рис. 75. Ленточная форма эхинококка (×15).

окрестные пастбища яйцами паразита. Поэтому, чтобы не допускать дальнейшего распространения овечьей вертячки, необходимо глубоко закапывать (или сжигать) головы павших овец, чтобы до них не могли добраться собаки и другие хищники.

Эхинококк

Ленточная форма *эхинококка* живет в кишечнике собаки и ее диких родичей в виде маленьких червячков всего лишь в 3—6 мм длиною, состоящих из трех или четырех члеников (рис. 75).

Промежуточными хозяевами эхинококка бывают наши сельскохозяйственные животные: свиньи, овцы и крупный рогатый скот. Они заражаются яйчками эхинококка на пастбищах, где собаки и дикие хищники оставляют свои испражнения.

Личинка эхинококка пробуравливается через стенку кишечника, попадает в

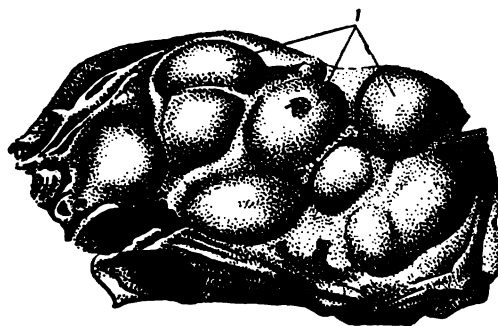


Рис. 76. Кусок печени свиньи с пузырями эхинококка (1).

кровь и затем в каком-либо внутреннем органе «хозяина» (в печени, в легком) превращается в пузырь («водянку») размерами с яблоко или даже с голову новорожденного ребенка (рис. 76). Внутри этого пузыря образуются другие — «дочерние» — пузыри, и уже в них появляются многочисленные выросты — будущие головки нового поколения ленточной формы (рис. 77).

Собаки и дикие звери заражаются ленточной формой эхинококка, поедая внутренности павших животных или выброшенную требуху с «водянками».

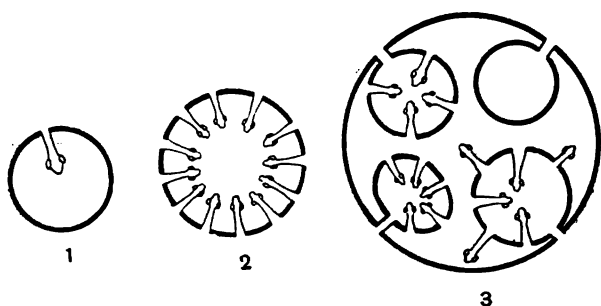


Рис. 77. Схема пузырчатых форм цепня (1), цепура (2) и эхинококка (3).

Эхинококк представляет непосредственную опасность и для человека, который может оказаться его промежуточным хозяином, заразившись паразитом от собаки. Когда собака совершает свой «туалет» и вылизывает загрязненные части своего тела, она может перенести изверженных из кишечника зародышей эхинококка к себе на язык, а валяясь в различных нечистотах, может сделать источником заражения свою шерсть. Если затем, ласкаясь к хозяину, собака лизнет его в губы или если хозяин не вымоет рук после возни с собаками, то он может получить зародышей эхинококка и подвергнуться очень тяжелому заболеванию печени.

Об этом следует твердо помнить, соблюдая осторожность при возне с собаками, и не допускать здесь излишних взаимных нежностей.

Лентец широкий

Несколько иным путем, чем у предшествующих видов, идет развитие *лентеца широкого* — кишечного паразита человека и хищных млекопитающих. Среди людского населения этот паразит распространен там, где потребляется в сыром или в полусыром виде пресноводная рыба (у нас в СССР главным образом в Сибири, в Ленинградской области и прибалтийских республиках).

Взрослая ленточная форма достигает 9 м длины и развивает до 3—4 тысяч члеников (рис. 78). Важнейшие от-

личия лентеца от цепней состоят в том, что головка у него плоская, с глубокими продольными присасывательными бороздками, членики у него широкие, но очень короткие, и на них есть маточные отверстия, через которые яйца выходят из тела червя, попадают в просвет кишки «хозяина» и затем извергаются наружу с испражнениями.

Для своего дальнейшего развития яйца должны попасть в воду. Здесь из яйца вылупляется микроскопически мелкая личинка, покрытая мерцательными рес-

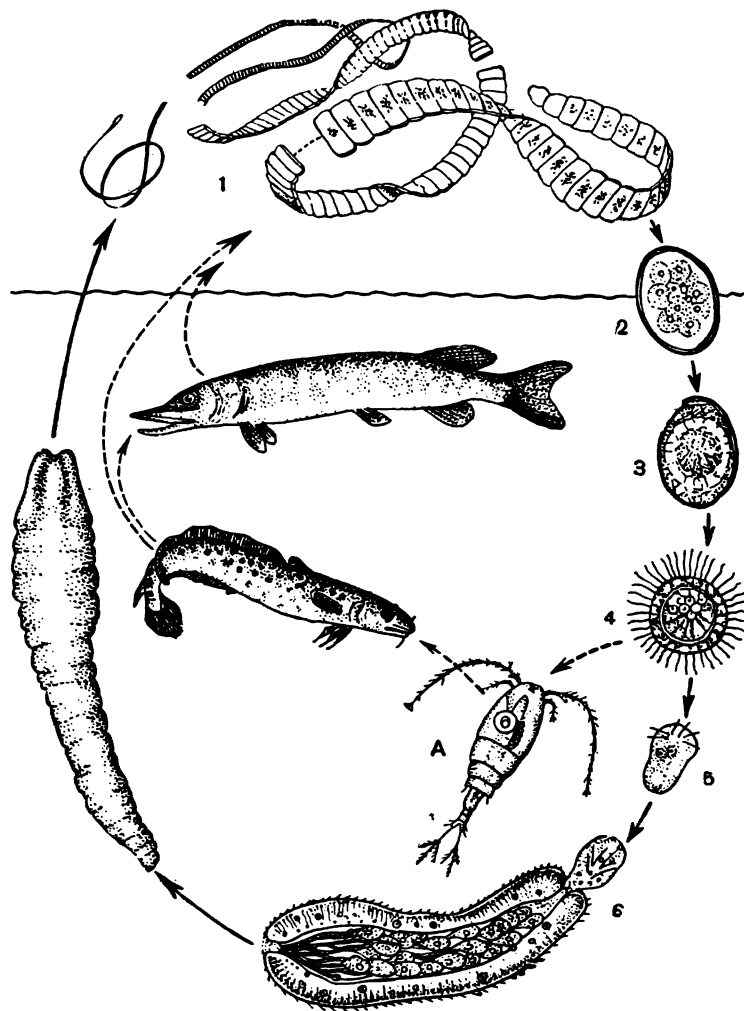


Рис. 78. Цикл развития лентеца широкого (верхняя часть — в кишечнике человека, нижняя — в водной среде):

1 — ленточная форма; 2 — яйцо; 3 — яйцо с развившимся корацидием; 4 — корацидий; 5 — онкосфера и 6 — процеркоид (оба из тела рачка); 7 — плероцеркоид (из мышц рыб); А — веслоногий рачок — 1-й промежуточный «хозяин».

ничками. Если эту личинку проглотит маленький рачок циклоп, она в его теле превратится в очень мелкую червеобразную форму. Если затем зараженный циклоп будет проглочен рыбой, то заключенный в нем паразит проникает через стенки кишечника своего нового «хозяина» в его мускулатуру или печень и здесь переходит в следующую стадию, которая соответствует финке, но имеет не круглую, а продолговатую форму. Наконец, когда зараженная рыба — сырая, слабокопченая или вяленая — будет съедена человеком, головка финки выворачивается и получается ленточная форма, прикрепляющаяся к стенкам кишки.

Таким образом, лентец широкий в своем развитии некоторое время свободно плавает в воде (подобно мирацидию сосальщиков), а затем должен сменить двух промежуточных «хозяев», пока, наконец, попадет в кишечник своего окончательного хозяина — человека, собаки или кошки.

Больной, носящий в себе лентеца, испытывает неприятный вкус во рту, боли в кишечнике и чередование отвращения к пище с повышенным аппетитом; при долговременном пребывании паразита у больного развивается общая слабость и малокровие. (О средствах борьбы с глистами см. специальные брошюры.)

Общие черты в строении и развитии ленточных червей в связи с их паразитическим образом жизни

Старые представления о «самозарождении» паразитов. Еще сто с небольшим лет назад многие ученые считали пузырчатые формы, или «водянки», ленточных червей за совершенно особый класс животных и полагали, что глисты возникают во внутренних органах путем самозарождения из «испорченных соков» хозяина. Действительно, трудно было представить себе, как, например, пузырь овечьего мозговика мог откуда-то со стороны проникнуть внутрь черепа овцы и как затем его потомство могло бы попасть в мозг к другой овце.

Правда, еще в XVIII веке один из крупнейших натуралистов того времени, петербургский академик Паллас, выска-

зал правильную мысль, что глисты или их яички, выделяющиеся из человека или животного, передаются другим людям и животным через пищу, питьевую воду, а может быть, также и через воздух. Эту мысль Паллас подкреплял тем соображением, что глистные болезни чаще наблюдаются в густонаселенных местностях, «особливо же там, где народ ведет жизнь неопрятную, где атмосфера и сырой климат споспешествуют к сохранению глистных яичек, где воды, содержащиеся в прудах, открытых колодцах или реках, уносящих из города различные нечистоты, составляют обыкновенное питье». Далее Паллас обратил внимание и на то, что отдельные виды паразитов бывают приурочены к определенным группам животных-хозяев, «поелику их яички только в известных животных находят сообразную себе теплоту и пищу, служащую к их развитию».

Однако Паллас не мог подкрепить своего мнения прямыми опытами или наблюдениями, и большинство его современников и ученых следующего поколения относилось к его гипотезе очень скептически. «Хотя справедливо говорят: «*Nomo homini lupus est*» (человек человеку волк), — иронизировал д-р Бремсер, крупный гельминтолог первой половины прошлого века, — но в Европе по крайней мере люди съедают друг друга только в переносном смысле» и, следовательно, не могут непосредственно заражаться глистами друг от друга. Невозможно, по мнению Бремсера, и заражение через пищу или питье: «За чистотой употребляемой нами пищи мы наблюдаем рачительно. Это сообщение, конечно, могло бы произойти посредством воды... Но сколь длинный путь должно совершить таковое глистное яичко! Сколь долго должна сохраняться жизнь его при весьма неблагоприятных обстоятельствах, отчего скоро умирают все глисты?»¹

Как же представляли себе в таком случае зарождение глистов современники и последователи Бремсера?

¹ «О глистах, водящихся в живом человеческом теле, или Руководство к распознаванию и лечению глистных болезней». Соч. д-ра Бремсера, пер. с нем., Спб., 1839.

В университетском курсе зоологии московского профессора Ловецкого (1832 год) вопрос этот излагается так: «Зародышем глистов в кишечном канале служит питательный сок и слизь, а в прочих органах кровяная сыворотка, коих некоторые капли, удерживая постоянно свое жизненно химическое смешение, следовательно, не извергаясь вон и не претворяясь ни в существо крови, ни в тело животного, наконец делаются самостоятельными организмами, или глистами... Когда количество питательных веществ превышает силу всасывающих и испражняющих сосудов и когда масса слизи и кровяной сыворотки беспрестанно умножается, тогда глисты по большей части зарождаются; ибо питательный сок, слизь и кровяная сыворотка суть единственные источники, из которых глисты почерпают свою жизнь и образование».

В соответствии с этими представлениями распространение печеночного сосальщика Ловецкий приписывал прямому влиянию сырости пастбищ, а пузыри овечьего мозговика, по его мнению, «зарождаются в ягнятах одного года от трудности выхождения зубов, от солнечного зноя, от ударов в голову, от худого корма и проч.».

В те додарвиновские времена, когда большинство ученых стояло на позиции неизменности видов, в пользу теории самопроизвольного зарождения паразитов приводилось и такое глубокомысленное соображение: если бы глисты, вши и другие подобные существа были бы созданы вместе с другими видами животных при «сотворении мира», то пришлось бы допустить, что первые люди — Адам и Ева — должны были носить в себе всех встречаемых у человека паразитов, а при таких условиях наши прародители едва ли могли бы остаться живыми после грехопадения и изгнания из рая.

Открытие цикла развития ленточных червей. Те пути заражения, о которых мог только догадываться в конце XVIII века Паллас, были выяснены только в середине прошлого столетия — главным образом в работах немецких исследователей Кюхенмейстера, Лейкарта и Зибольда.

К этому времени накопилось уже много доказательств невозможности самопроизвольного зарождения современных организмов, а вскоре опыты Пастера показали, что даже самые мелкие и простые бактерии не зарождаются сами собой из неживого вещества, а развиваются только от других таких же бактерий. Исследователи обратили внимание на то, что головки, образующиеся во внутренних выростах у пузырчатых «водянок», очень похожи на головки ленточных глистов; отсюда возникло предположение, что пузырчатые и ленточные глисты с одинаковыми головками — это только разные стадии развития одного и того же животного. Наконец, это предположение было проверено на опытах и над животными, и над людьми: собаки, которым давали съестную печень с пузырями эхинококка, через несколько дней оказывались зараженными мелкими червями этого вида; у свиней, которым давали с кормом членики цепней, мясо оказывалось финнозным, а один врач, намеренно проглотивший несколько живых финок, через два месяца обнаружил, что у него в кишечнике стали отделяться зрелые членики цепня.

Так были установлены и пути заражения, и явление «смены хозяев», сопровождаемое чередованием двух форм существования паразита — сначала пузырчатой, а затем ленточной.

В этом отношении сходны между собой такие, казалось бы, не похожие друг на друга организмы, как бычий цепень и эхинококк (см. рис. 74 и 75). Разница между ними в том, что у цепня ленточная форма достигает нескольких метров в длину, а пузырчатая форма — это маленькая финка с одной впяченной головкой, тогда как у эхинококка ленточная форма — крошечный червячок, а пузырчатая достигает иногда веса более 60 г и содержит множество головок. Промежуточное положение между этими двумя крайними формами занимает овечий мозговик.

Многообразие и распространенность ленточных червей. Ленточные черви составляют очень распространенную группу, в которой насчитывается более 1500 различных видов. Они паразитируют в самых разнообразных животных. Промежуточными

хозяевами для них бывают и черви, и моллюски, и мелкие рачки, и насекомые, и травоядные или всеядные млекопитающие, а хозяевами окончательными — те существа, которые поедают этих промежуточных хозяев: рыбы, птицы, хищные млекопитающие и человек. Многообразие и распространенность лентцев (или, иначе говоря, процветание этой группы) говорят о том, что эти организмы оказываются очень хорошо приспособленными к тем условиям, в которых им приходится существовать.

Упрощение организации и усложнение цикла развития. С паразитическим образом жизни связано значительное упрощение строения ленточных червей по сравнению со свободноживущими плоскими червями; особенно упрощенное строение имеют их пузырчатые формы. С другой стороны, их существование было бы невозможно, если бы у них не выработалось, во-первых, огромной плодовитости и, во-вторых, сложного цикла развития. Проследивая развитие отдельных видов (цепней, мозговика, эхинококка и др.), мы встречаем здесь и смену хозяев, связанную с чередованием пузырчатой и ленточной стадий, с чередованием полового и вегетативного размножения. Вегетативное размножение наблюдается у многих пузырчатых форм в виде образования в одном пузыре многочисленных головок, дающих начало отдельным особям ленточных червей (у мозговика, у эхинококка), и у ленточных форм — в виде обособления зрелых члеников (у цепней).

Биологические отношения между лентцами и их хозяевами. Особенно интересно разобрать те жизненные взаимоотношения, которые в процессе исторического развития сложились у ленточных червей с их промежуточными и окончательными хозяевами.

Окончательным хозяином называется тот организм, внутри которого живет взрослая форма паразита, способная производить яйца. И цепни, и мозговик, и эхинококк попадают в тело своего окончательного хозяина вместе с мясной или рыбной пищей, а затем в виде лен-

точных глистов поселяются в его кишечнике. Их присутствие в кишечнике может вызвать у хозяина некоторые болезненные явления. Однако такая форма гельминтоза не может быть причислена к тяжелым заболеваниям, ведущим за собой преждевременную гибель организма (которая была бы гибелью и для поселившихся в нем глистов). Окончательный хозяин остается бодрым и подвижным, и, вырастив в своем кишечнике ленточных паразитов, он со своими испражнениями рассеивает их яички в течение долгого времени и на значительном пространстве. Это и создает благоприятные условия для широкого распространения паразитов: на пастбищах ими легко заражаются травоядные или всеядные млекопитающие.

В организме нового — промежуточного хозяина — развивается уже пузырчатая форма паразита, поселяющаяся в таких важных для жизни органах, как мускулатура, сердце, печень, легкие, мозг. Финки и «водянки» мешают правильной работе этих органов и вдобавок отравляют их своими выделениями. Поэтому промежуточный хозяин страдает от паразита сильнее, чем окончательный: он болеет, ослабевает, а иногда и преждевременно гибнет.

Биологическое значение этого обстоятельства будет ясно, если мы вспомним, что появление домашней собаки и домашнего скота — это только самый недавний момент в общем ходе истории животного мира и что ранее существовали в природе только дикие волки и шакалы, еще не превращенные человеком в собаку, только дикие бараны, дикие свиньи, дикие быки — прародители нашего домашнего скота. А наши предки в те далекие времена еще не умели пользоваться огнем и, подобно хищникам, поедали свою добычу в сыром виде. В этих условиях — задолго до появления человеческой культуры — и сложились биологические отношения между ленточными червями и их промежуточными и окончательными хозяевами.

Конечно, животные, зараженные пузырчатыми формами глистов, ослабевали и, отставая от стада, легко становились добычей хищных зверей и первобытного

охотника. Следовательно, болезненное состояние промежуточного хозяина или даже его гибель как раз и обеспечивают скорейшую возможность развития паразита в кишечнике его окончательного хозяина. И, наоборот, чем бодрее будет чувствовать себя окончательный хозяин, тем дольше он будет кормить и выращивать в своем кишечнике ленточную форму паразита и тем шире будет рассеивать по всей округе его яйца (волк, например, успевает за сутки обегать в поисках добычи около 50 км).

Жизнь без кислорода. У лентецов, как и у других внутренних паразитов, нет не только органов дыхания, но и самого дыхательного процесса, который мы привыкли считать необходимым для поддержания жизни каждого животного и растительного организма. Как известно, в результате обмена веществ, который протекает при участии кислорода, поступающего из внешней среды, из тела удаляется углекислый газ и вместе с тем освобождается та энергия, которая необходима для жизнедеятельности животного, — энергия, превращающаяся в теплоту, движение и другие виды работы.

Однако у внутренних паразитов, обитающих в бескислородной среде, обмен веществ протекает иным образом. За счет обильной пищи, получаемой паразитом от своего «хозяина», в тканях его тела откладывается большое количество углевода гликогена, или животного крахмала. Это вещество в организме паразита расщепляется на органические кислоты, водород и углекислоту, а убыль его пополняется из новых количеств пищи. Процесс расщепления гликогена и дает ту энергию, которая необходима для жизнедеятельности червя.

В этом отношении внутренние паразиты обнаруживают сходство с некоторыми бактериями и грибами, также обходящимися без кислорода (анаэробии) и вызывающими брожение тех органических веществ, которые их окружают. Так, например, дрожжевые грибки разлагают сахар на спирт и углекислоту (на этом основано их применение в производстве) и живут за счет освобождающейся при этом энергии.

На первый взгляд между обычным дыхательным процессом, который мы привыкли считать необходимым для поддержания жизни каждого организма, и процессом распада, свойственного для организмов, обитающих в бескислородной среде, имеется как будто коренное различие, не позволяющее связать эти явления между собой. Однако современная физиология в результате тщательно поставленных исследований должна была отойти от старого, упрощенного понимания процесса дыхания как «медленного горения» живых тканей тела: в тканевом дыхании обычного типа различают две фазы — одну, сопровождаемую освобождением энергии и заключающуюся в распаде сложных органических соединений с выделением углекислоты и некоторых других продуктов обмена, и другую, в которой участвует кислород и которая состоит в возобновлении соединений, подвергшихся распаду во время предшествующей фазы. Поэтому, как показали эксперименты, многие организмы, которым свойственно кислородное дыхание, могут некоторое время оставаться живыми и в бескислородной среде, если только в организме происходит доставка свежего питательного материала и удаление вредных продуктов распада.

Следовательно, главная особенность бескислородного существования состоит в том, что здесь получила перевес первая фаза дыхательного процесса при условии бесперебойного поступления новых порций материала, подвергающегося распаду; это как раз и осуществляется у внутренних паразитов. А отсюда становится понятным и путь возникновения в процессе эволюции способности обходиться без свободного кислорода, составляющей одно из важнейших приспособлений к паразитическому существованию.

Общая характеристика типа плоских червей. Развитие плоских червей

Из того, что известно о строении, развитии и образе жизни плоских червей, можно сделать некоторые выводы и о том, как шло образование этой группы животного мира.

Мы видели, что *класс ленточных червей* — это группа таких животных, которые подверглись большим изменениям в связи с переходом к паразитическому существованию. Все же и у них в основном тело состоит из кожно-мускульного мешка, внутри которого находится мякоть тела, а в ней головной нервный узел с идущими от него назад нервными тяжами, и просветы в виде протоков выделительной системы и органов размножения.

Класс сосальщиков также имеет некоторые особенности, связанные с переходом к паразитизму. Но внутреннее строение сосальщиков изменилось по сравнению с ресничными червями сравнительно мало.

Класс ресничных червей, или *турбеллярий*, — это группа более древняя по типу своей организации (см. рис. 66). Реснич-

ные черви обитают в воде, то есть в тех же условиях, в которых жили и их предки. От каких-то древних ресничных червей произошли и современные ресничные черви, и сосальщики, и еще более изменившаяся ветвь — класс ленточных червей.

Значит, тот тип строения, который имеют ресничные черви и который сохранился и у сосальщиков, можно считать основным для всей группы плоских червей.

В связи с простотой строения плоских червей стоит и развитая у многих из них способность к регенерации; в этом отношении многие из ресничных червей не уступают гидрам и губкам. Одному исследователю удалось получить целых планарий из кусочков, составляющих одну полуторатысячную долю тела того червя, который был взят для опыта.

ТИП КРУГЛЫХ ЧЕРВЕЙ

К *типу круглых червей*, или *нематод*, относятся такие организмы, у которых тело вытянуто в длину, не подразделяется на отдельные членики и имеет в общем цилиндрическую или веретенообразную форму, то есть поперечный разрез его представляет собой круг (отсюда и название типа). Большинство круглых червей — внутренние паразиты, живущие в теле человека и самых разнообразных животных; некоторые виды паразитируют в растительных организмах (например, в корнях свеклы); немало среди круглых червей и очень мелких свободноживущих форм, обитающих на дне водоемов или в сырой почве.

Человеческая аскарида

Аскаридой (*Ascaris lumbricoides*) называется та веретенообразная и довольно крупная «глиста», которая живет в кишечнике человека, встречается во всех странах и у всех народов (раньше рус-

ские авторы именовали этого червя «кишкососом»).

Однако зараженность аскаридами зависит от культурного уровня и бытовых условий населения: у отсталых по своей культуре народностей аскаридоз распространен сильнее, чем у цивилизованных, и чаще наблюдается у детей и подростков, чем у взрослых. Обыкновенным местопребыванием взрослых аскарид является тонкая кишка; оттуда они иногда попадают и в другие отделы кишечника и по пищеварительному тракту выносятся вместе с испражнениями наружу.

Вытянутой формой тела аскарида несколько напоминает живущего в земле дождевого червя, и это поверхностное сходство когда-то обмануло даже самого Линнея: он высказал предположение, что аскарида — это только видоизмененная форма обыкновенного земляного червя, которая развивается в кишечнике, если яйцо такого червя будет случайно проглочено человеком, — настолько мало в те времена было изучено строение самых

обыкновенных животных из мира беспозвоночных!

Любопытно, что кое-где и у нас этих двух совершенно различных червей считают за одно и то же животное и называют одним общим именем; так, во Владимирской области любители рыбной ловли уверяют, что окунь хорошо берет «на глисту», поясняя, что «глистов» для насадки можно сколько угодно накопать в жирной огородной земле или около скотного двора.

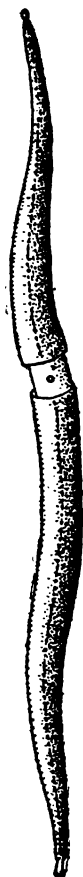


Рис. 79. Самка аскариды.

Форма и строение тела. Аскариды (рис. 79), живущие в человеке, — довольно крупные черви грязно-розового цвета. Они раздельнополы; самцы меньше самок и имеют длину 15—25 см, задний конец тела у них загнут крючком — приспособление, позволяющее самцу охватывать самку во время оплодотворения (рис. 80). У самки задний конец тела не искривлен и длина доходит до 40 и даже до 45 см.

Тело аскариды одето плотной кутикулой, составляющей наружный слой ее кожно-мус-



Рис. 80. Задний конец тела самца аскариды.

кульного мешка. Движения ее несложны: живая аскарида (особенно если ее положить в воду, подогретую до температуры нашего тела) изгибает свое тело, но не может вытянуть его в длину, как это делают дождевые черви, так как мускулатура у нее состоит только из четырех продольных мышечных лент: когда та или другая из них сокращается, тело аскариды изгибается в сторону этой мышцы

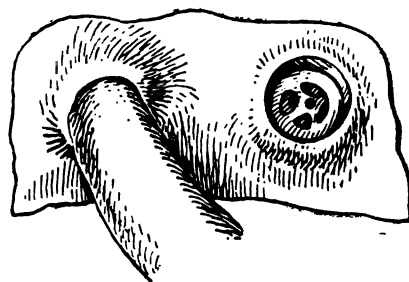


Рис. 81. Передняя часть аскариды, прикрепившейся к стенкам кишечника дельфина. Правее след, оставленный тремя губами другой аскариды.

(ср. далее с мускулатурой дождевого червя, стр. 104).

Находясь среди кишечных соков, живая аскарида остается невредимой и не подвергается перевариванию, точно так же как не переваривают сами себя и живые стенки самого кишечника. И в том и в другом случае действие пищеварительных ферментов нейтрализуется особыми веществами (антителами). Антитела, выделяемые стенками человеческого кишечника, препятствуют его самоперевариванию, а подобные же вещества, выделяемые живой аскаридой, защищают ее тело от переваривания соками «хозяина» (таким же свойством обладают покровы и у ленточных червей, обитающих в кишечнике).

На переднем, или головном, конце тела аскариды находится рот, окруженный тремя губами (рис. 81), которые снабжены микроскопически мелкими зубчиками; это приспособление позволяет аскариде прикрепляться к слизистой оболочке, выстилающей стенки кишечника ее «хозяина». Рот ведет в кишечник аскариды, представляющий совершенно прямую трубку. Паразит окружен пищей, которая уже переработана пищеварительными соками «хозяина», и ему остается только ее заглатывать (эту функцию выполняет мускулистая глотка) и сразу же усваивать.

Пространство между кишечником и кожно-мускульным мешком заполнено у аскариды водянистой жидкостью. Сюда выделяются из клеток тела продукты распада, образующиеся в процессе их жизнедеятельности. Сюда же попадают и питательные вещества, поступающие через

стенки кишечника, а отсюда их получают и прилегающие клетки тела¹.

Избыток воды выводится из тела через выделительную систему — через два очень тонких канала, которые тянутся вдоль боковых стенок тела и оканчиваются на переднем конце одним общим отверстием.

Нервная система состоит из глоточного кольца, находящегося в передней части тела, и отходящих от него нескольких продольных нервных стволов; и от глоточного кольца, и от главных стволов отходят еще тонкие нервы. В общем нервная система в связи с паразитическим образом жизни аскариды имеет довольно простое строение.

Органы размножения, напротив, очень объемисты, как мы уже видели на примере сосальщиков и ленточных червей. Паразит может сохранить свою видовую жизнь только при очень большой плодовитости. Самка аскариды за один день выделяет до 234—245 тысяч яиц, а общее число приносимых ею яиц выражается уже десятками миллионов (по приблизительным расчетам, жизнь самки продолжается не менее 200 дней).

У самца половые продукты выделяются через клоаку на заднем конце тела; самка имеет особое половое отверстие на границе первой и второй трети длины ее тела — там, где на теле у нее заметна кольцевая перетяжка.

Аскарида живет в бескислородной среде, и дыхательного процесса у нее, как и у ленточных червей, нет. За счет обильной пищи, получаемой аскаридой, образуется большое количество гликогена, или животного крахмала, составляющего приблизительно третью часть от общего веса сухого вещества ее тела. Процесс распада гликогена дает внутренним пара-

зитам ту энергию, которая необходима для жизнедеятельности организма.

Распространение яиц аскариды и пути заражения. До сравнительно недавнего времени аскариды считались более или менее безобидными нахлебниками человека, не причиняющими ему большого вреда и только в редких случаях опасными для его жизни и здоровья. Вместе с тем не было с достоверностью известно, каким именно образом человек получает этого паразита, так как опыты искусственного заражения человека аскаридой (путем примешивания яиц к пище или воде) давали противоречивые ответы. Однако в первой четверти текущего столетия (начиная с 1917 года) появился целый ряд исследований, раскрывших тайну жизненного цикла аскариды и вместе с тем показавших, что этот паразит нередко оказывается виновником различных заболеваний.

В тех микроскопически мелких яичках, которые выделяет самка аскариды, под плотной оболочкой находятся уже сформировавшиеся зародыши. Однако в кишечнике прежнего хозяина зародыши не вылупляются из своих скорлупок, и яйца вместе с испражнениями выносятся из тела. Таким образом, яйца попадают либо в почву, либо в воду, куда их относят дождевые потоки, и в этих условиях могут оставаться живыми и готовыми к дальнейшему развитию в течение 5—6 лет.

Следует добавить, что яйца аскариды одеты плотной оболочкой, защищающей их от неблагоприятных влияний, а находящийся внутри зародыш обладает необычайной живучестью; известны случаи, когда зародыш оказывался живым даже после того, как яйца пролежали несколько лет в растворе формалина. Все эти особенности имеют для аскариды чрезвычайно важное биологическое значение, и все они тесно связаны с ее паразитическим образом жизни.

Вместе с навозом и нечистотами яйца аскариды могут попасть в огородное удобрение, и тогда мы рискуем проглотить их, поедая в сыром виде плохо промытые морковь, редиску, салат, огурцы. Наравне с другой заразой их могут переносить на

¹ Следует заметить, что у аскариды полость, заполненная водянистой жидкостью и заключающая в себе кишечную и половые трубки, не соответствует настоящей, или вторичной, полости тела (целомической полости) дождевых червей и животных высших групп: она не выстлана эпителиальными клетками и образуется вследствие того, что выделяемая внутри тела жидкость своим напором раздвигает клетки тканей тела. Поэтому такую полость называют псевдоцеломической (т. е. настоящей).

наши съестные припасы мухи. Дети, играя около жилья на загрязненной почве, любят копаться в земле, а после этого кладут пальцы в рот или с немытыми руками принимают за еду и поэтому особенно часто заражаются яйцами глистов. Наконец, из почвы яйца аскариды могут быть смыты водою в реки, и тогда человек может заразиться ими, если будет пить сырую речную воду. Словом, тем или иным путем некоторая часть вынесенных из кишечника яиц аскариды (конечно, только самая незначительная их доля!) попадает в кишечник нового хозяина и там дает начало новому поколению.

«Дозревание» зародышей. Исследования недавних лет обнаружили одну любопытную особенность в развитии аскариды. Оказалось, что если проглотить свежестолбчатые личинки аскариды, только недавно вынесенные из кишечника, то заражения не получится. Отсюда явилось даже предположение, что человек заражается аскаридой не прямо из яйца, а через какого-нибудь промежуточного хозяина.

Однако это предположение оказалось ошибочным. Выяснилось, что яйцо с заключенным в нем зародышем должно еще в течение 15—25 дней «дозреть» в почве или в воде, где оно подвергается действию кислорода, и только после этого может развиваться дальше в теле нового хозяина (вспомним, что в кишечнике аскарида живет в бескислородной среде и что в такой же бескислородной среде она выделяет и свои яйца).

Странствования личинок. Под действием кишечных соков прежде всего разрушается оболочка проглоченного яйца, освобождая заключенную внутри личинку. Однако эти микроскопически мелкие червячки не остаются в кишечнике, а пробуравливают стенку кишки и попадают в кровеносные сосуды. Вместе с током крови они около 10 дней странствуют по различным органам тела и, наконец, попадают в легкие своего хозяина, достигнув к этому времени длины около 1 мм. Здесь личинки покидают кровеносную систему и проникают в легочные пузырьки, пробуравливая их стенки. Присутствие личинок в легких вызывает выде-

ление мокроты и кашель; вместе с мокротой личинки попадают в рот, а оттуда со слюной и пищей вторично попадают в кишечник и на этот раз уже окончательно поселяются там. Они на готовой пище начинают усиленно расти и скоро достигают зрелости: месяца через три в испражнениях хозяина появляются яйца глиста.

Значение «дозревания» яиц аскариды. Нетрудно понять, что необходимость «дозревания» зародышей в яйце аскариды оказывается очень полезным свойством, способствующим самому существованию этого паразита и его распространению.

Аскарида — паразит крупной величины, и ее присутствие заметно отражается на здоровье и самочувствии хозяина. Представим себе, что должно было бы произойти, если потомство хотя бы только одной пары аскарид, поселившейся в кишечнике, осталось бы жить в теле того же самого хозяина: конечно, быстрое размножение паразита в самое короткое время привело бы к смерти хозяина, а вместе с тем и к гибели населяющих его паразитов. Если среди паразитических червей и появлялись когда-нибудь такие скороспелые разновидности, то они должны были очень скоро кончить свое существование вместе с убитым ими хозяином и, следовательно, после них не оставалось бы потомства, которое могло бы унаследовать такое невыгодное свойство. И мы видим, что у аскарид в процессе их эволюции должно было установиться такое положение, что выделяемые самкой яйца выносятся наружу и потомство ее не развивается в теле прежнего хозяина.

Точно так же если бы аскариды могли сразу развиваться из яиц, только что вынесенных из кишечника, а затем снова проглоченных хозяином, то неопытный человек, раз заразившийся аскаридозом, в дальнейшем продолжал бы заражать себя новыми и новыми яйцами, а это опять-таки привело бы к гибели и хозяина и всех его гельминтов. Но навыки опрятности выработались только с развитием человеческой культуры; следовательно, в далеком прошлом, в те времена, когда у предков аскариды вырабатывались их жизненные приспособления, «скороспелость»

яиц оказывалась очень невыгодным свойством, так как неизбежно приводила к дальнейшему самозаражению хозяина и к его гибели вместе с размножившимися в нем паразитами. В таких условиях более приспособленными оказывались только такие аскариды, у которых яйца не могли развиваться без необходимого «дозревания» в наружной среде. А за те 15—25 дней, пока яйца «дозревали», прежний хозяин оказывался уже далеко и «посеянными» им яйцами аскарид заражался уже кто-нибудь другой.

Так установившаяся у аскарид потребность в «дозревании» зародышей устраняет опасность самозаражения прежнего хозяина, а необычайная живучесть зародышей под яйцевой оболочкой способствует широкому распространению этого паразита.

Влияние аскарид на организм «хозяина» и лечение аскаридоза. Заражение аскаридами вызывает у человека очень разнообразные болезненные явления.

Во-первых, аскариды сильно раздражают слизистую оболочку кишки, прикрепляясь к ней своими зубчатыми губами. В выделениях аскарид и в самих червях имеются ядовитые вещества, отравляющие организм человека и вызывающие явления малокровия, тошноту, расстройства пищеварения, острые боли «под ложечкой», головные боли, обмороки, появление сыпи на коже. Сильно ядовитой оказалась жидкость, заполняющая в теле червя пространство между внутренними органами и кожно-мускульным мешком; поэтому если глист погибает в кишечнике и подвергается перевариванию, то эта жидкость, попадая в полость кишечника «хозяина», может вызвать у него явления острого отравления.

Конечно, болезненное состояние зависит и от числа поселившихся в кишечнике аскарид, а оно в некоторых случаях оказывается огромным: известен случай, когда у одного мальчика за один только день вышло 600 аскарид, а затем в течение 3 лет тот же пациент изверг из кишечника еще более 5 тысяч глистов.

Скопление аскарид во многих случаях ведет за собой непроходимость кишечника, причем тяжелое болезненное состояние

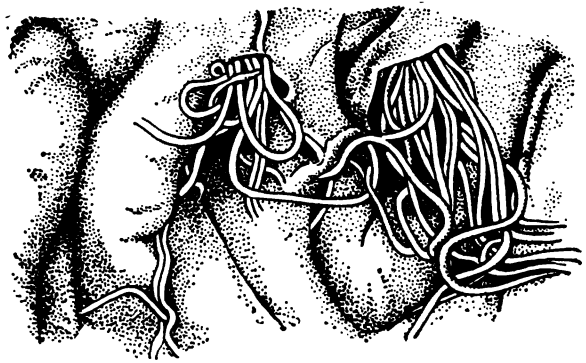


Рис. 82. Разрыв кишки переполнившими ее аскаридами.

вызывается не только механической закупоркой просвета кишечника, но и, главным образом, отравляющим воздействием аскарид на организм хозяина. В тяжелых случаях для спасения больного бывает необходима хирургическая операция — вскрытие брюшной полости и кишки для извлечения комка аскарид (рис. 82).

Еще опаснее бывают аскариды, когда они покидают тонкую кишку и заползают в другие органы — в желчные протоки и в печень.

Поэтому поселившихся в кишках паразитов необходимо выгнать. Для этого применяется прием сантонина, сопровождаемый приемом слабительного¹.

Очень вредной оказывается деятельность аскарид и в личиночном возрасте, когда они вместе с током крови странствуют по телу и попадают в такие важные для жизни органы, как мозг и почки. А когда личинки, пробираясь из кровеносных сосудов в дыхательные пути, пробуравливают стенки легких, они вызывают заболевания, похожие на бронхит или на легочное воспаление, а кроме того, «открывают ворота» для различных болезнетворных микробов, например для возбудителей туберкулеза (чахотки).

Предупредительные меры против аскаридоза. Из всего сказанного видно, что аскарида вовсе не такой безобидный «на хлебник» человека, каким ее нередко считают. А знание биологии аскариды и путей заражения дает нам возможность со-

¹ Сантонин ядовит не только для паразита, поэтому указанную врачом дозу лекарства нельзя произвольно увеличивать.

знательно проводить необходимые предупредительные (профилактические) мероприятия против заражения аскаридами со всеми неприятными последствиями. Необходимо и самому соблюдать и внушать другим следующие правила:

1) Выделенных аскарид не бросать куда попало, а обязательно сжигать.

2) Не применять для удобрения огородов человеческие экскременты и тем более не допускать там подкормку растений подозрительной по своему составу навозной жижей, непосредственно загрязняющей растущие овощи.

3) Сырые овощи перед едой обдавать крутым кипятком.

4) Не пить сырой воды из рек или озер.

5) Соблюдать чистоплотность при пользовании уборными, обязательно мыть после этого руки; мыть руки перед едой, не грызть ногтей и не чистить их зубами.

6) Вести борьбу с мухами.

Те же самые меры помогут избежать заражения и другим, еще более распространенным паразитом из той же группы — острицей.

Изучение аскарид в курсе зоологии. В школьном курсе зоологии аскарида рассматривается как широко распространенный бытовой паразит, изучаемый главным образом со стороны его экологии, которая, раскрывая интересные закономерности в явлениях паразитизма, вместе с тем дает научную основу для профилактики и других мероприятий по борьбе с глистами.

Острица

Форма тела и местопребывание остриц. Острицы — это те маленькие белые червячки, которые паразитируют в кишечнике человека и, появляясь в заднем проходе, вызывают очень неприятный раздражающий зуд. В большом количестве находятся они и в испражнениях зараженных ими людей.

Особенно часто острицы встречаются у детей; многократно проводившиеся обследования школьников обнаружили, что зараженность этим паразитом нередко достигает 80—100%, то есть иногда оказывается поголовной.

В прежние времена — еще на памяти автора этой книги — даже среди образованных людей было распространено убеждение, что острицы являются почти неизбежными спутниками детского возраста и что особенно много их бывает, если дети поедают много сладостей, от которых будто бы и «заводятся» глисты. Отсюда иногда следовал и практический вывод, идущий вразрез с действительными потребностями детского организма и совершенно бесполезный со стороны профилактики, — давать детям поменьше сладкого, дабы у них не «заводились» глисты.

Однако и среди взрослого населения зараженность острицами может достигать до 80—85%, но обыкновенно она переносится менее болезненно, чем в детские годы. Следовательно, зараженность связана не с особенностями детского организма, а с бытовой обстановкой, предоставляющей паразиту возможность широкого распространения.

По форме тела и по строению острицы напоминают аскарид, но только в сильно уменьшенном виде (рис. 83). Самцы вдвое меньше самок, и задняя часть тела у них изогнута спиралью. В живом состоянии наружу выходят только самки; они достигают 10 мм длины, и тело у них сзади заканчивается заостренным хвостиком (от которого червячки и получили свое название). Тело у острицы полупрозрачно, а если самку рассмотреть в сильную лупу на просвет, у нее видна сильно раздутая матка, набитая огромным количеством яиц (до 10—12 тысяч).

Размножение остриц и пути заражения. Выползая через задний проход из кишечника, самка острицы начинает тут же поблизости откладывать свои яйца. Чувствуя раздражающий зуд, человек — особенно во сне — начинает чесаться,

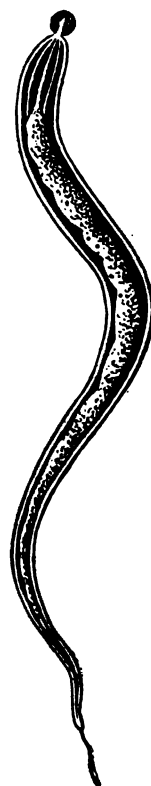


Рис. 83. Острица (самка).

На верхнем конце воздушной кутикулы — головная везикула (сильно увеличено).

давит червячков, и к его пальцам прилипают сотни и тысячи яиц остриц. Теперь стоит ему только, не вымыв тщательно рук, слезить пальцами в рот или подержать что-нибудь съестное, как яички снова попадут в кишечник и дадут там новое поколение остриц.

В отличие от аскариды яичкам острицы для «дозревания» в наружной среде достаточно всего лишь несколько часов; поэтому у людей, однажды заразившихся острицами, очень легко продолжается дальнейшее самозаражение все новыми и новыми порциями яиц паразита. Отличие их в этом отношении от аскариды объясняется тем, что при мелких размерах этих червячков даже большое количество их в кишках, хотя и вызывает у «хозяина» некоторое болезненное состояние, не ведет к смертельному исходу, как случилось бы при возможности самозаражения аскаридами. При недостаточной опрятности больного (а этим пороком часто страдают дети) острицы держатся долго и упорно, в течение многих лет вызывая различные болезненные явления: боли в левой стороне живота, потерю аппетита, тошноту, головокружение, расстройство пищеварения и малокровие.

В отдельных случаях на почве заражения острицами наблюдались и более тяжкие заболевания: судороги, ослабление зрения, гнойное воспаление отростка слепой кишки и т. д.

Нечистоплотный человек, зараженный острицами, является источником заражения и для окружающих, так как яички паразита легко могут быть переданы им другим людям через рукопожатие, через захватанные немытыми руками съестные припасы, через дверные ручки и разные вещи, находящиеся в общем употреблении.

Заражение может быть передано и мухами, одинаково охотно посещающими и нечистоты, и наши съестные продукты и переносщими на своих лапках и хоботках и различных микробов, и микроскопические яйца паразитических червей.

В школьных условиях, где зараженные дети находятся в близком соседстве с остальными, немалое значение в деле распространения остриц может иметь пыль.

Так, еще в конце 20-х годов в школе г. Уфы была исследована пыль, взятая кисточкой с пола, парт и подоконников, и в ней в теплое время года на каждом изготовленном микроскопическом препарате оказывалось по несколько яичек остриц (зимой таких яичек попадалось меньше, очевидно, потому, что дети в это время бывают одеты более плотно и яйца не так легко высыплются у них из-под одежды на пол).

Если человек, заразившийся острицами, будет тщательно соблюдать необходимые меры предосторожности против дальнейшего заражения и самозаражения, то в течение месяца его кишечник сам собой очистится от этих паразитов, так как внутри кишечника острицы плодиться не могут.

Общественными мероприятиями по борьбе с острицей будут воспитание у школьников и детей дошкольных учреждений необходимых гигиенических навыков и санитарно-просветительная работа среди взрослого населения.

Власоглав

К числу червей нематод, паразитирующих в кишечнике человека, принадлежит также *власоглав* (рис. 84).

Название этого гельминта уже характеризует его внешний вид. Вытянутое тело власоглава, достигающее в длину 35—40 мм, сильно утоньшается в своей передней части: этим тонким, как волос, головным концом червь глубоко внедряется в слизистую оболочку слепой кишки и поэтому прочно держится на месте и с трудом поддается изгнанию.

Заражение происходит теми же путями, как и заражение аскаридами, отсюда и аналогичные меры профилактики.

Трихинелла

Развитие трихинелл. Очень опасными паразитами человека могут оказаться *трихинеллы*, более известные под старым названием «трихин». Трихинелла — очень маленький червячок: взрослая самка достигает 3 мм, длины, самцы — вдвое меньше. Личинки трихинелл попадают в ки-



Рис. 84. Власоглав, внедрившийся в слизистую оболочку кишки (увеличено).

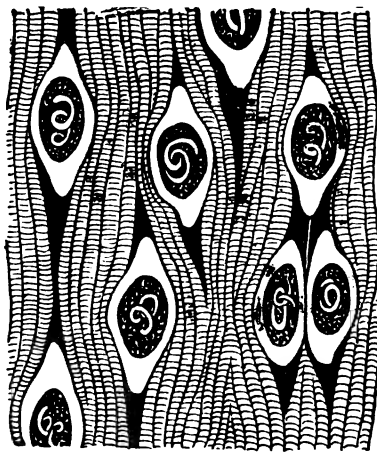


Рис. 85. Трихинеллы, инкапсулировавшиеся в мускулатуре свиньи.

печник нового хозяина, когда он поедает зараженное этим паразитом мясо (рис. 85). Здесь они уже на другой день достигают зрелости. Самцы вскоре погибают, а оплодотворенные самки внедряются в стенки кишечника и здесь рожают 80 000—100 000 микроскопически мелких личинок. Из стенок кишечника новорожденные личинки попадают в кровеносную систему, и поток крови приносит их к мышцам. В мышцах личинки остаются на месте. Здесь вокруг каждого червячка образуется известковая капсула, и в ней свернувшаяся клубочком личинка сохраняет живую в продолжение многих лет, пока зараженное трихинеллами мясо не будет съедено новым «хозяином».

«Хозяева» трихинеллы и пути заражения. Обычным и, так сказать, коренным «хозяином» трихинеллы, в котором этот паразит из поколения в поколение ведет свое существование, следует считать крысу. Крысы поедают трупы своих собратьев и вследствие этого легко заражаются друг от друга трихинеллами. Но от крыс могут получить трихинеллу и поедающие их хищники: кошки, собаки, хорьки. Мертвых крыс поедают также свиньи, которые таким образом заражаются трихинеллами и тогда становятся источником заражения для человека: если мясо свиньи, содержащее заключенных в капсулы личинок

трихинеллы, будет съедено человеком в непроваренном или в недожаренном виде, человек заболевает трихинеллезом.

Понятно, что человек оказывается только случайным хозяином для трихинеллы и поселившиеся в его теле паразиты бывают обречены на гибель, так как из захороненного человеческого трупа они уже не попадут в кишечник какого-нибудь нового хозяина.

Трихинеллы человека. Заражение трихинеллами вызывает у человека очень тяжелое заболевание, характеризующееся повышением температуры, отеками лица и ног, нередко приводящее к смертельному исходу (понятно, что забравшиеся в мышцы сотни тысяч трихинелл уже не могут быть удалены оттуда никакими лекарствами). Народности, не употребляющие в пищу свиного мяса, не заражаются и трихинеллами; наоборот, в Германии, где особенно распространено потребление полусырой копченой ветчины, бывали целые эпидемии тяжелых заболеваний трихинеллезом. У нас в СССР такие заболевания нередко наблюдаются в сельских местностях Белоруссии.

Предупредительные меры против заражения трихинеллезом. Для предупреждения заражения трихинеллезом свиное мясо подвергают особому ветеринарному осмотру (пробы мяса рассматривают под микроскопом) и только свободную от трихин свинину пускают в продажу, а зараженные туши направляют для такой переработки, при которой мышечные трихинеллы погибают и становятся безопасными для здоровья. Там же, где свинина идет в пищу или заготавливается впрок без предварительного ветеринарного осмотра, необходимо избегать есть полусырую (непроваренную) ветчину и недостаточно просоленное сало. Необходимо также вести беспощадную борьбу с крысами (особенно в свиноводческих хозяйствах), как главными носителями трихинеллезной инвазии.

Волосатик

Взрослый волосатик. Весной и летом в прудах, канавах и других мелких водоемах можно встретить *волосатика*. Это очень длинный (иногда до 1 м) тонкий

червь буроватого цвета, на первый взгляд скорее похожий на струну или на обрывок конского волоса, чем на живое существо (рис. 86).

Иногда волосатик, волнообразно извиваясь, медленно плавает в воде (в этом случае его легко поймать, подцепив на палку). В других случаях его можно заметить на каком-нибудь подводном растении, которое он опутывает своим телом, точно бечевкой.

О волосатиках местами рассказывают различные небылицы, их очень боятся, утверждая, будто они могут очень быстро впиваться в тело человека, откуда их трудно бывает извлечь. Рассказывали даже, будто волосатик — это настоящий конский волос, каким-то чудесным образом оживающий в воде. Такое превращение якобы самолично наблюдал знаменитый средневековый схоласт Альберт «Великий», автор нескольких книг о животных и растениях и вместе с тем «универсальный доктор», а ныне один из «святых» католической церкви.

В действительности волосатик не может причинить человеку ни малейшего вреда.

Развитие волосатика. В водоемах можно найти только вполне взрослых волосатиков. Хотя они и ведут в это время свободный образ жизни, у них нет ни рта, ни развитых органов чувств. Такое животное неспособно

питаться и, конечно, не могло бы вырасти и достигнуть зрелости, если бы имело такое строение с момента появления на свет. Взрослые волосатики способны только производить потомство.

Оплодотворенная самка в течение месяца откладывает огромное количество микроскопически мелких яичек, напоминая в этом отношении аскариду. Из яичек выходят таких же микроскопических размеров личинки и остаются лежать на дне водоема, пока случай не пошлет им подходящего «хозяина».

Промежуточными хозяевами для волосатика служат живущие в воде личинки некоторых насекомых — поденок, веснянок, комаров-дергунов. На следующий год эти личинки заканчивают свое превращение и дают взрослых крылатых поденок и веснянок. Эти слабые и вялые насекомые легко делаются добычей хищных насекомых, например жуков жужелиц.

Таким образом, личинка волосатика попадает в тело нового хозяина, пробуравливается из кишечника в полость между органами и там вырастает в длинного червя — волосатика. Присутствие такого крупного паразита становится губительным для «хозяина» — жук умирает, и его легкий трупик смывается дождями в какую-нибудь речку или озерко. Здесь волосатик выбирается на свободу, находит себе пару и приступает к размножению.

Найдя в каком-нибудь мелком водоеме волосатика, осмотрите края берегов: может быть, вам удастся обнаружить и труп его жертвы — его бывшего хозяина. Попробуйте вскрыть (или, попросту, разломить) найденного мертвого жука: иногда случается таким образом обнаружить еще не выбравшегося на волю волосатика.

Таким образом, волосатик, будучи в личиночных стадиях паразитом насекомых, для человека оказывается совершенно безвредным. Поэтому рассказы о его нападении на человека либо являются чистым вымыслом, либо основаны на общем сходстве волосатика с некоторыми червями-нитчатками, действительно паразитирующими в теле человека. В частности, основу для рассказов о волосатике могли дать случаи возвращения побывавших в Средней Азии людей, заразившихся там *риш-*

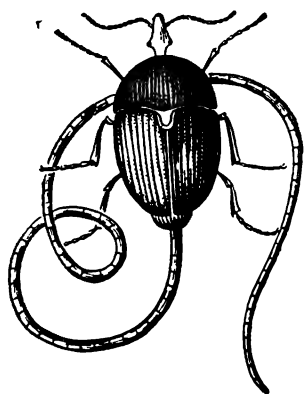


Рис. 86. Волосатик, выползающий из тела погибшего жука.



Рис. 87. Ришта, намотанная на палочку и извлеченная из тела больного.

той, которая внешне действительно похожа на волосатика¹ (рис. 87).

Кроме того, в некоторых местностях нашей страны «волосатиком» называют заболевания, причиняемые внедрившимися в кожу человека личинками желудочного лошадиного овода; ходы, которые пробуравливают эти личинки, имеют вид тонкой извилистой темно-красной линии, которая за свое сходство с фигурой волоса и могла дать повод принять ее за просвечивающий через кожу «оживший» волос, то есть за червя волосатика.

Нематоды — вредители растений

Современная наука насчитывает около 10 000 видов, составляющих в системе животного мира особый тип круглых червей, или нематод. Большинство этих червей (в том числе и описанные выше виды) паразитирует в организме человека и самых различных животных. Однако среди нематод есть и свободноживущие формы, обитающие в воде или во влажной почве; есть также немало нематод, живущих паразитами в организме растений, и некоторые из них приобрели печальную известность как вредители наших сельскохозяйственных культур.

На некоторых из таких нематод можно проследить отдельные этапы перехода от свободного существования в почве к паразитизму.

Случайный паразитизм лептодеры. Так, *лептодера* — одна из мелких почвенных нематод, случайно попавшая в кишечник голого слизня, — проходит там несколько иной путь развития и становится внутренним паразитом этого моллюска. Съеденная слизнем личинка не переваривается в его кишечнике, а дает здесь червя более крупных размеров по сравнению с теми, которые развиваются в почве. Од-

нако потомство этого червя-паразита опять попадает в почву и в дальнейшем может там развиваться и размножаться, вполне обходясь без слизи или какого-либо иного «хозяина».

Свекловичная нематода. Развитие *свекловичной нематоды* — очень опасного вредителя свеклы — уже невозможно без соответствующего растения-хозяина, хотя и здесь часть своей жизни нематода проводит в почве. Взрослая самка свекловичной нематоды — сильно раздутый червячок около 1 мм длиной — сидит под кожицей корня, а когда эта кожица под давлением ее разбухающего тела лопается, оказывается на поверхности бурака; здесь ее находят живущие в почве самцы. Оплодотворенная самка откладывает 200—300 яиц. Выходящие из них личинки расползаются в почве и затем вбуравливаются в новые корешки растений. Молодые самки остаются внутри растения, а подросшие самцы выбираются наружу и начинают жить в почве.

Интересно, что самка свекловичной нематоды откладывает не все свои яйца: часть яиц остается в теле матери, которая вскоре умирает и отваливается от корня; ее кутикула буреет и образует цисту, внутри которой яйца могут сохраняться живыми до 6 лет. Таким образом, благодаря этим цистам у нематоды имеется своего рода «запасный фонд» потомства, которое в состоянии скрытой жизни может пережить неблагоприятные условия, губительные для активноживущих личинок.

Вред, причиняемый свекловичной нематодой, очень велик. Выражается он в том, что листья свеклы желтеют, покрываются пятнами и гибнут, а корень у ослабленного растения остается мелким и содержит мало сахара. Борьба с этим вредителем очень трудна, так как, во-первых, он может найти себе пристанище не только в свекле, но и во многих других растениях, и, во-вторых, цисты с яйцами позволяют ему переживать и неблагоприятные для его развития годы. Наиболее действенной мерой считается введение в севооборот таких растений, в которых эта нематода не может развиваться, например рожь, пшеница, ячмень, кукуруза, конопля, вика, люцерна, картофель и не-

¹ Ришта, или струнец, — подкожный паразит человека, в прежние времена распространенный в Средней Азии. Человек заражался риштой через недоброкачественную питьевую воду из прудов и арыков, куда при купании или умывании больных попадали мельчайшие личинки паразита и где живут его промежуточные хозяева — мелкие рачки циклопы. Теперь, с улучшением бытовых условий населения, заболевания риштой на территории СССР полностью ликвидированы.

которые другие. На сильно зараженных участках посевы свеклы следует возобновлять только через 6—8 лет, когда погибнут покоящиеся в цистах личинки нематоды.

Пшеничная угрица. Большой вред зерновому хозяйству приносит *пшеничная угрица* — нематода, самки которой достигают 5 мм (самцы мельче). На зараженных угрицей колосьях вместо зерен образуются темно-бурые или темно-красные вздутия — галлы, содержащие тысячи мельчайших покоящихся червячков. В таком состоянии скрытой жизни личинки угриц могут пробыть более десятка лет, пока содержащие их галлы не попадут вместе с посевным материалом в почву. Под влиянием почвенной влаги личинки оживают, выходят в землю, а затем снова проникают в растения, вызывая недоразвитие стеблей, скручивание листьев, а позднее проникают в колосья, где и происходит их размножение.

Так как заражение полей происходит через посевной материал, то мерой борьбы с пшеничной угрицей является протравливание семян в слабом (0,66%) растворе серной кислоты.

Следовательно, на примере пшеничной угрицы и свекловичной нематоды мы видим паразитические организмы; однако часть своей жизни они проводят в почве, подобно свободноживущим почвенным нематодам или лептодере, которая только случайно оказывается паразитом голого слизня.

Гельминтология и ее задачи

Фауна гельминтов. На примерах аскариды, острицы, власогида и трихинеллы мы ознакомились с несколькими из паразитических нематод, имеющих непосредственное отношение к человеку. Общее же количество видов нематод, целиком перешедших к паразитическому существованию, составляет более двух с половиной тысяч, причем огромное большинство таких форм, известных пока современной науке, связано с различными группами позвоночных животных.

Если к этому количеству присоединить еще паразитические виды плоских чер-

вей — сосальщиков (около 3000 видов) и ленточков (около 1800 видов), то перед нами будет уже не менее 7000 различных видов глистов, или гельминтов: этим общим именем называют всех паразитирующих червей независимо от их принадлежности к той или иной систематической группе. Из них на долю человеческого рода приходится около 150 видов, которые почти поровну распределяются между типами плоских и круглых червей. Еще большее количество гельминтов оказывается паразитами наших домашних животных, либо приводящими их к гибели, либо понижающими их продуктивность.

Борьба с гельминтозами человека. Что касается человеческого рода, то здесь распространение гельминтозов, или глистных заболеваний, зависит, как мы видели на разобранных примерах, и от физико-географических и от культурно-бытовых, экономических и профессиональных факторов. Пока пути заражения человека гельминтами были неизвестны и пока даже зоологи и врачи верили в самопроизвольное зарождение глистов внутри организма, борьба с гельминтозами велась очень несовершенным способом, хотя здесь и были ощутимо найдены такие средства, как корневище папоротника (против ленточных глистов) и цитварная полынь, на которой готовится сантонин (против аскарид).

Однако никакие глистогонные средства не могут остановить распространения заболеваний гельминтозами, если не применяются необходимых профилактических, то есть предупредительных, мер, которые могут быть выработаны только на основе изучения биологии паразита и полного цикла его развития.

Таким образом, только с 60-х годов прошлого столетия — с тех пор когда было покончено со старыми сказками о «самозарождении» паразитов — борьба с гельминтозами могла получить действительно научное обоснование. Но и здесь на протяжении многих десятков лет борьба с глистными заболеваниями оставалась малоэффективной, так как лечение гельминтозов не было в достаточной мере связано с мероприятиями профилактического характера: с устройством водоснабжения и

канализации, с организацией медико-санитарного надзора за продуктами питания, с устранением загрязнения окружающей среды человеческими испражнениями, с уничтожением грызунов и мух как разносчиков инфекции, с санитарным просвещением широких масс населения и улучшением их бытовых условий. Наконец, и сама биология паразитов, на основе которой только и возможна рациональная борьба с ними, не всегда оказывалась достаточно ясной. Вспомним, что только в 20-х годах нашего века был выяснен путь развития такого общеизвестного паразита, как человеческая аскарида, и что до недавнего времени даже среди специалистов было распространено мнение, будто острицы способны плодиться и развиваться, не покидая кишечника своего «хозяина».

Гельминтология в СССР. Новая эпоха в развитии гельминтологии началась в СССР после Великой Октябрьской революции, когда Советская власть объявила беспощадную войну невежеству и бескультурью и приступила к социалистическому переустройству веками сложившегося бытового уклада и к строительству новой, счастливой и здоровой жизни.

Советская гельминтология не ограничивает свою задачу только изучением самих гельминтов и вызываемых ими заболеваний у человека, животных и растений, но вместе с тем изыскивает наиболее действенные меры борьбы с гельминтозами, чтобы, применяя их в широком плановом порядке, добиться резкого снижения этих заболеваний, а затем и полной ликвидации наиболее вредных паразитов.

В этом направлении под общим руководством создателя советской гельминтологии академика Константина Ивановича Скрябина уже проведена огромная работа. Был организован ряд особых гельминтологических экспедиций в самые различные районы СССР, где путем специально разработанных полных гельминтологических вскрытий советские ученые выявили огромную по количеству и очень разнообразную по своему видовому составу армию паразитических червей (среди которых оказалось несколько сотен ранее неизвестных науке форм) и установили их связь с заболева-

ниями людей и животных. При этом были определены очаги глистных заболеваний и во многих случаях были выяснены очень сложные зависимости, когда самые различные организмы оказались связанными между собой в качестве «хозяев» и «укрывателей» одного и того же паразита. Наконец, на основе тщательного изучения биологии гельминтов разработаны и проводятся в жизнь такие санитарные мероприятия, которые — если их проводить согласованно и планомерно — должны будут привести к полной ликвидации наиболее опасных глистных заболеваний человека и домашних животных¹.

«От обороны к нападению». Борьба с гельминтозами не может ограничиваться только лечением больных путем применения «глистогонных средств», которыми располагала еще старинная медицина. Конечно, изгнание цепня приносило данному пациенту облегчение, но оно, во-первых, не предохраняло его от повторного заражения, а, во-вторых, нередко способствовало более широкому распространению этого паразита, когда цепень, изверженный под действием глистогонных средств, становился источником заражения для промежуточных хозяев, а через них и для людей. «Фактически имела место не борьба с паразитами, а содействие их развитию, своеобразная «охрана» гельминтов от вымирания, ибо широко применявшаяся медициной мера «глистогонного» лечения, не увязанная с профилактикой, выразилась в свою противоположность» (акад. К. И. Скрябин).

Однако и профилактические, то есть предупредительные, меры против заражения глистами не должны ограничиваться только необходимыми предосторожностями по отношению к собственному здоровью (не есть сырого или полусы-

¹ В качестве дополнительной литературы можно рекомендовать следующие книги: Н. П. Шихобалова, Гельминтозы общие человеку и животным (М., изд. АН СССР, 1955); Е. Н. Павловский, Учебник паразитологии человека с учением о переносчиках трансмиссивных болезней (Л., Медгиз, 1951; тип червей — стр. 126—219); Марк Поповский «Разорванная паутина» (М., изд. «Советская Россия», 1963; популярный очерк о деятельности акад. К. И. Скрябина и его сотрудников).

рого мяса, чтобы не заразиться цепнем, не возиться с собаками и мыть перед едой руки, чтобы не получить эхинококка, и т. д.): наряду с личной профилактикой необходимы и мероприятия более широкого общественного характера.

Настала пора перейти «от обороны к нападению», к научной разработке и практическому проведению комплексных методов активной профилактики, или девастации, как называет ее К. И. Скрябин. Это методы, «направленные на истребление, на физическое уничтожение возбудителей заболевания на всех фазах их жизненного цикла всеми доступными способами механического, химического, физического и биологического воздействия»¹.

Пробный эксперимент такого «наступления» на бычьего цепня был проведен еще в конце 30-х годов (1937—1941 гг.) в одном из районов Кировской области, где скот был сильно заражен финнозом. Работа проводилась экспедицией под руководством врача В. П. Подъяпольской. Сущность проведенного мероприятия заключалась в том, что в пределах целого района (Просницкого) были выявлены носители цепней и подвергнуты обязательной дегельминтизации («расчервлению») с обезвреживанием их испражнений (путем компостирования их с торфом и конским навозом). Одновременно ветеринарный надзор следил, чтобы население данного района было ограждено от потребления финнозного мяса. Успех девастации цепней, проведенной как опыт в масштабе одного района, показал возможность полной ликвидации этих гельминтов и в виде широкого государственного мероприятия.

Одновременно на Северном Кавказе не менее успешно проводились мероприятия по девастации возбудителя легочных и сычужных гельминтозов у овец, также основанные на тщательном изучении биологии соответствующих паразитов и на применении новых лечебных средств и новых методов профилактики. В результате получено не только полное прекращение па-

дежа от заражения гельминтами, но и увеличение живого веса и настрига шерсти у оздоровленных овец.

Путем широкого применения соответствующих методов могут быть ликвидированы и другие гельминты, наносящие урон животноводству: эхинококк и ценур.

В общем девастационные мероприятия по борьбе с гельминтозами людей и сельскохозяйственных животных могут быть сведены к следующим основным методам: 1) освобождение от паразитов (дегельминтизация) гельминтоносителей, 2) дегельминтизация внешней среды, включающая: а) биотермическое обезвреживание навоза, в котором при соответствующем способе укладки в результате жизнедеятельности бактерий температура поднимается до +50°С и даже +70°С, вызывая гибель яиц и личинок гельминтов, б) компостирование человеческих фекалий (нечистот), предназначенных для удобрения, с торфом и конским навозом, в) регулярная смена пастбищ, при которой личинки многих гельминтов гибнут из-за длительного отсутствия новых «хозяев», г) ветеринарно-санитарный надзор за мясными продуктами и браковка туш зараженных животных.

Роль школы в борьбе с гельминтозами. В деле борьбы с «расчервлением» людей и скота очень важное место должна занять школа. Прежде всего при изучении паразитических червей по курсу зоологии учащиеся получают знания о их жизненном цикле и о путях заражения, и тогда правила личной профилактики не будут для них лишь словесной декларацией, а получают научное обоснование. А в тех местностях, где среди населения еще живут ложные представления о природе глистных заболеваний и грубо нарушаются требования профилактики, школы через учащихся, живущих в селах, и через юннатские кружки могут способствовать оздоровлению быта и оказать существенную помощь медико-ветеринарным организациям при подготовке и проведении массовых мероприятий по девастации гельминтов.

Наконец, изучение зараженности гельминтами и другими паразитами рыб, лягушек и моллюсков может служить темой

¹ Акад. К. И. Скрябин, Девастация в борьбе с гельминтозами и другими болезнями человека и животных, Фрунзе, изд. Киргиз. фил. АН СССР, 1947.

кружковых занятий учащихся и школьных гельминтологических «экспедиций». Такую работу проводит в течение ряда лет учительница школы № 9 г. Калинина К. А. Лошкарева (см. журнал «Биология в школе», 1959, № 1, стр. 75—76).

Под ее руководством кружок юных гельминтологов обследовал окрестности г. Калинина, собрал обильный коллекционный материал и выяснил степень за-

раженности гельминтами окрестных пастбищ и водоемов. К. А. Лошкарева установила непосредственные связи кружка с кафедрой зоологии местного педагогического института и с акад. К. И. Скрябиным, который еще в 1957 году привлек членов школьного кружка к активному участию в работе юбилейной научной сессии Всесоюзного гельминтологического общества при АН СССР.

ТИП КОЛЬЧАТЫХ ЧЕРВЕЙ

Кольчатые черви, или *кольчецы*, получили свое название потому, что тело этих животных подразделено на идущие один за другим и схожие между собой членики, которые с поверхности кажутся как будто сложенными вместе кольцами. Кольчецы составляют высшую группу среди червей. Их внутреннее строение более сложно, чем у плоских и круглых червей; живут они на дне морей, в пресных водоемах и в сырой почве. Из обитающих у нас червей к кольчецам относятся несколько видов дождевых червей и пиявок.

Дождевые черви

Дождевые, или *земляные*, черви хорошо знакомы каждому. В сырую погоду — после дождя — они появляются на поверхности земли (потому их и называли дождевыми), а в остальное время держатся в почве. Любители удить рыбу, которым черви нужны для наживки крючков, хорошо знают, что искать червей нужно в «жирной» земле, богатой перегноем и хорошо сохраняющей влагу.

В состав фауны СССР входит несколько видов дождевых червей, причем 15—16 из них встречаются в массовых количествах и являются почвообразователями. Хотя они относятся к трем отдельным родам этого семейства, по своей морфологии и образу жизни они сходны между собой, поэтому, отступая на этот раз от строго монографического принципа, требующего

выделения особого «представителя» данной группы с его видовыми особенностями, разбор строения и жизни дождевого червя дается в обобщенной форме, независимо от видовой принадлежности конкретного объекта изучения.

Внешний вид дождевого червя. Тело червя сильно вытянуто и состоит из большого числа явственных колец — члеников, или сегментов (рис. 88). На черве можно рассмотреть передний и задний концы, спинную и брюшную стороны. На передней половине тела несколько члеников (с 31 по 35-й) заметно толще и бледнее других и кажутся как бы припухшими; они образуют «поясок», имеющий, как мы увидим далее, важное значение во время размножения червей. Верхняя, или спинная, сторона более выпуклая и более темная по сравнению с нижней, или брюшной. Тело покрыто влажной и слизистой кутикулой. В длину наши черви достигают 20—30 см; общий тон окраски у них красноватый.

Движение дождевого червя. Когда червь ползет, по его телу пробегают волны мышечных сокращений, причем и длина и толщина отдельных участков его тела постоянно меняются. Движения, производимые каждым участком тела, состоят в том, что составляющие его сегменты то вытягиваются и при этом становятся тоньше, то сокращаются и становятся более толстыми. В результате таких попеременных вытягиваний и сокращений червь

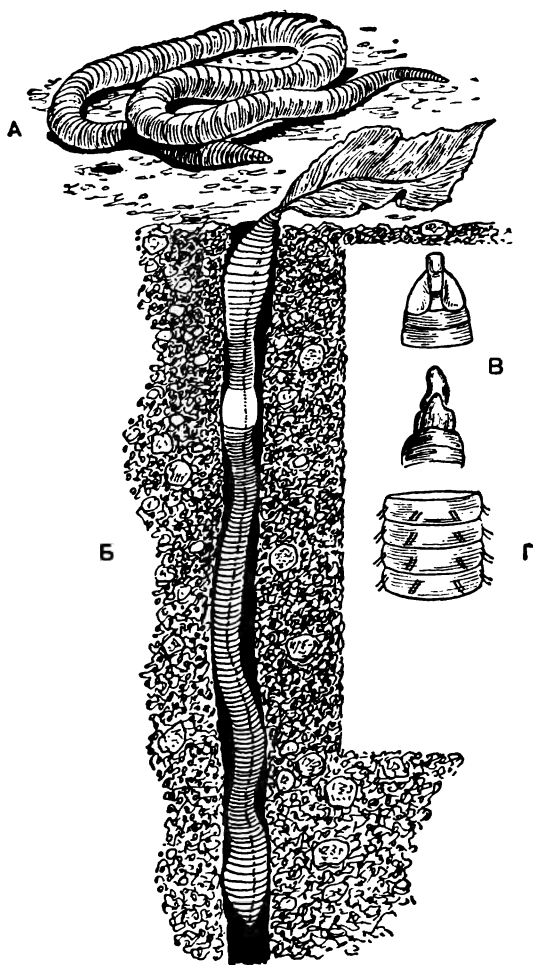


Рис. 88. Дождевой червь:

А — общий вид на поверхности почвы; Б — дождевой червь в почве, заглатывающий лист; В — головной конец червя снизу и сверху; Г — отдельные членики.

постепенно продвигается вперед: сначала вытягивается вперед его головной конец, и затем к нему постепенно подтягиваются и задние сегменты тела; после этого задний конец тела остается на месте, а головной конец просовывается еще далее вперед, и таким образом продолжается дальнейшее продвижение червя (его удобно наблюдать, пустив червя ползти по разостланной на столе бумаге).

Разберем те приспособления, при помощи которых передвигается дождевой червь.

Червь ползет по земле и по шероховатой бумаге, но беспомощно скользит на месте, если его положить на гладкую поверхность мокрого стекла. Когда он ползет, тело его свободно вытягивается впе-

ред, но при следующем сокращении передний конец уже не подается в обратном направлении, а наоборот, задний конец подтягивается к переднему. Червь легко пробивает себе дорогу в почве; но когда, добывая червей, мы пытаемся вытащить уползающего от нас червя за заднюю часть тела, нам легче бывает разорвать червя, чем вытянуть его из земли. Значит, червь чем-то зацепляется за неровности почвы, хотя на глаз его кожа и кажется нам совершенно гладкой.

Однако на ощупь, если провести пальцем вдоль тела червя сначала от переднего конца к заднему, а затем в обратном направлении, можно сразу же почувствовать разницу. В первом случае червь нам представляется гладким и скользким, а во втором он кажется шероховатым. Дело в том, что по телу червя проходят четыре двойных ряда мелких, незаметных на глаз щетинок, направленных назад, как шерсть у гладких собак. В первом случае мы гладим червя «по шерстке» и палец легко скользит вдоль тела, а во втором случае палец идет «против шерстки» и встречает значительное сопротивление. Это приспособление и позволяет червю цепляться всем телом за неровности почвы и вместе с тем легко продвигаться вперед.

Все движения червя обусловлены сокращениями мышц его кожно-мускульного мешка. Когда отдельные части тела становятся короче и вместе с тем раздаются в толщину, ясно, что это движение производится сокращением мышц, у которых волокна расположены в продольном направлении. Когда же червь с силой продвигается или пробуравливается вперед, те же самые участки его тела вытягиваются в длину и вместе с тем становятся тоньше; эта работа производится уже другими мышцами — кольцевыми, которые как бы опоясывают тело и лежат непосредственно под кожей: сокращение этих мышц делает в этом месте тело более тонким и тем самым заставляет его вытягиваться в продольном направлении (двуслойное строение кожно-мускульного мешка показано на рис. 90).

Значит, ползущий дождевой червь продвигается вперед благодаря тому, что в отдельных участках его тела поперемен-

но сокращаются то кольцевые мышцы, то лежащие под ними пласты продольных мышц, а направленные назад щетинки дают ему при этом возможность упираться в самые незначительные неровности почвы.

Когда червь роется в земле, он пробуравливает почву передним концом своего тела. Но, делая свои ходы в более плотной почве, он заглатывает землю ртом, пропускает ее через кишечник, а затем выбрасывает вон через заднепроходное отверстие (по утрам на незатоптанных дорожках иногда можно видеть маленькие катышки земли, прошедшей через кишечник червя). «Въедаясь» таким образом в почву, червь в кишечнике извлекает из нее питательные вещества, которые имеются в почвенном перегное.

Кроме разлагающихся растительных и животных остатков, черви питаются листьями, которые они по ночам затаскивают в свои подземные ходы.

Особых органов чувств у червя не найдено. Однако, если выползшего ночью червя сразу осветить фонарем, он прячется в землю: значит, окончаниями своих нервов он воспринимает световые раздражения. Воспринимает он также и запахи, находя съедобные для себя пахучие объекты, например лук и грибы.

Чувствительность червя к химическим раздражениям легко обнаружить очень простым опытом. Смочите небольшую палочку уксусной эссенцией и поднесите к телу червя, не прикасаясь, однако, к его коже: что при этом наблюдается?

Внутреннее строение червя. Внутреннее строение можно хорошо рассмотреть при вскрытии червя.

Перед вскрытием умерщвляют червя, опуская его на несколько минут в разбавленный спирт (10%). Затем червя кладут в препаровальную ванночку спиной вверх (вдоль спины у него ясно просвечивает красный кровеносный сосуд), двумя парами булавок прикалывают его за передний и задний концы тела ко дну препаровальной ванночки и затем, начиная от заднего конца, делают либо тонкими ножницами, либо лезвием бритвы продольный разрез кожно-мускульного мешка, держась чуть правее средней ли-

нии (чтобы не повредить просвечивающего кровеносного сосуда)¹. Затем разрезанные стенки тела разворачивают на обе стороны, закрепляют их несколькими парами булавок и приливают воды, чтобы она покрыла вскрытого червя (тогда будет яснее видно его внутреннее строение).

На вскрытом черве прежде всего видна полость тела, в которой лежат различные внутренние органы. Тонкие поперечные перегородки разделяют полость тела на отдельные камеры, соответствующие наружному расчленению тела на сегменты (рис. 89).

Из внутренних органов яснее всего заметен прямой и объемистый кишечник, проходящий по всей длине тела. Он состоит из нескольких отделов: из небольшой ротовой полости, за которой следует мускулистая глотка, переходящая затем в узкий пищевод, ведущий сначала в зоб, затем в мускульный желудок, в котором пища подвергается перетиранию, и, наконец, в длинную кишку, которая тянется до заднего конца тела и оканчивается заднепроходным, или анальным, отверстием.

Над кишечником видны сосуды кровеносной системы; они хорошо заметны у дождевого червя, потому что кровь у него красного цвета (вспомним, что у низших червей и тем более у двуслойных животных мы не встречаем кровеносной системы). Вдоль всего кишечника проходит сверху крупный спинной сосуд. В передней части тела от спинного сосуда отходят хорошо заметные парные ветви, которые, точно обручи, обхватывают пищевод и соединяют спинной сосуд с брюшным, который идет вдоль тела уже под кишечником. Эти несколько пар сосудов называют «сердцами», потому что их мускульные стенки своими сокращениями заставляют кровь двигаться по сосудистой системе. По спинному сосуду кровь идет от заднего конца тела к передней части, затем по «сердцам» она переходит в брюшной сосуд и здесь течет уже

¹ Некоторые авторы, отступая от традиции, рекомендуют вести вскрытие не со спинной, а с боковой стороны червя, считая такой способ более удобным.

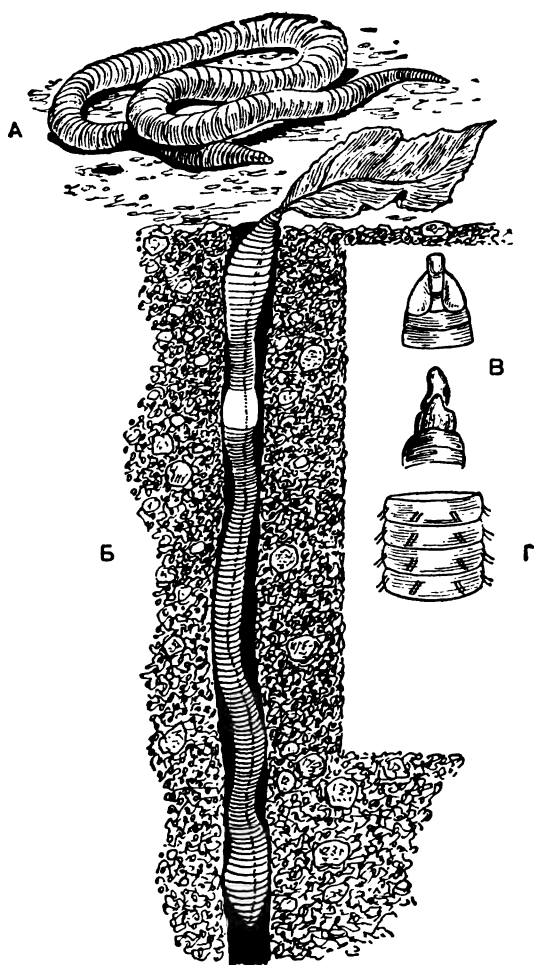


Рис. 88. Дождевой червь:

А — общий вид на поверхности почвы; Б — дождевой червь в почве, заглатывающий лист; В — головной конец червя снизу и сверху; Г — отдельные членики.

постепенно продвигается вперед: сначала вытягивается вперед его головной конец, и затем к нему постепенно подтягиваются и задние сегменты тела; после этого задний конец тела остается на месте, а головной конец просовывается еще далее вперед, и таким образом продолжается дальнейшее продвижение червя (его удобно наблюдать, пустив червя ползти по разостланной на столе бумаге).

Разберем те приспособления, при помощи которых передвигается дождевой червь.

Червь ползет по земле и по шероховатой бумаге, но беспомощно скользит на месте, если его положить на гладкую поверхность мокрого стекла. Когда он ползет, тело его свободно вытягивается впе-

ред, но при следующем сокращении передний конец уже не подается в обратном направлении, а наоборот, задний конец подтягивается к переднему. Червь легко пробивает себе дорогу в почве; но когда, добывая червей, мы пытаемся вытащить уползающего от нас червя за заднюю часть тела, нам легче бывает разорвать червя, чем вытянуть его из земли. Значит, червь чем-то зацепляется за неровности почвы, хотя на глаз его кожа и кажется нам совершенно гладкой.

Однако на ощупь, если провести пальцем вдоль тела червя сначала от переднего конца к заднему, а затем в обратном направлении, можно сразу же почувствовать разницу. В первом случае червь нам представляется гладким и скользким, а во втором он кажется шероховатым. Дело в том, что по телу червя проходят четыре двойных ряда мелких, незаметных на глаз щетинок, направленных назад, как шерсть у гладких собак. В первом случае мы гладим червя «по шерстке» и палец легко скользит вдоль тела, а во втором случае палец идет «против шерстки» и встречает значительное сопротивление. Это приспособление и позволяет червя цепляться всем телом за неровности почвы и вместе с тем легко продвигаться вперед.

Все движения червя обусловлены сокращениями мышц его кожно-мускульного мешка. Когда отдельные части тела становятся короче и вместе с тем раздаются в толщину, ясно, что это движение производится сокращением мышц, у которых волокна расположены в продольном направлении. Когда же червь с силой продвигается или пробуравливается вперед, те же самые участки его тела вытягиваются в длину и вместе с тем становятся тоньше; эта работа производится уже другими мышцами — кольцевыми, которые как бы опоясывают тело и лежат непосредственно под кожей: сокращение этих мышц делает в этом месте тело более тонким и тем самым заставляет его вытягиваться в продольном направлении (двуслойное строение кожно-мускульного мешка показано на рис. 90).

Значит, ползущий дождевой червь продвигается вперед благодаря тому, что в отдельных участках его тела поперемен-

но сокращаются то кольцевые мышцы, то лежащие под ними пласты продольных мышц, а направленные назад щетинки дают ему при этом возможность упираться в самые незначительные неровности почвы.

Когда червь роется в земле, он пробуравливает почву передним концом своего тела. Но, делая свои ходы в более плотной почве, он заглатывает землю ртом, пропускает ее через кишечник, а затем выбрасывает вон через заднепроходное отверстие (по утрам на незатоптанных дорожках иногда можно видеть маленькие катышки земли, прошедшей через кишечник червя). «Въедаясь» таким образом в почву, червь в кишечнике извлекает из нее питательные вещества, которые имеются в почвенном перегное.

Кроме разлагающихся растительных и животных остатков, черви питаются листьями, которые они по ночам затаскивают в свои подземные ходы.

Особых органов чувств у червя не найдено. Однако, если выползшего ночью червя сразу осветить фонарем, он прячется в землю: значит, окончаниями своих нервов он воспринимает световые раздражения. Воспринимает он также и запахи, пахотные съедобные для себя пахучие объекты, например лук и грибы.

Чувствительность червя к химическим раздражениям легко обнаружить очень простым опытом. Смочите небольшую палочку уксусной эссенцией и поднесите к телу червя, не прикасаясь, однако, к его коже: что при этом наблюдается?

Внутреннее строение червя. Внутреннее строение можно хорошо рассмотреть при вскрытии червя.

Перед вскрытием умерщвляют червя, опуская его на несколько минут в разбавленный спирт (10%). Затем червя кладут в препаровальную ванночку спиной кверху (вдоль спины у него ясно просвечивает красный кровеносный сосуд), двумя парами булавок прикалывают его за передний и задний концы тела ко дну препаровальной ванночки и затем, начиная от заднего конца, делают либо тонкими ножницами, либо лезвием бритвы продольный разрез кожно-мышечного мешка, держась чуть правее средней ли-

нии (чтобы не повредить просвечивающего кровеносного сосуда)¹. Затем разрезанные стенки тела разворачивают на обе стороны, закрепляют их несколькими парами булавок и приливают воды, чтобы она покрыла вскрытого червя (тогда будет яснее видно его внутреннее строение).

На вскрытом черве прежде всего видна полость тела, в которой лежат различные внутренние органы. Тонкие поперечные перегородки разделяют полость тела на отдельные камеры, соответствующие наружному расчленению тела на сегменты (рис. 89).

Из внутренних органов яснее всего заметен прямой и объемистый кишечник, проходящий по всей длине тела. Он состоит из нескольких отделов: из небольшой ротовой полости, за которой следует мускулистая глотка, переходящая затем в узкий пищевод, ведущий сначала в зоб, затем в мускульный желудок, в котором пища подвергается перетиранию, и, наконец, в длинную кишку, которая тянется до заднего конца тела и оканчивается заднепроходным, или анальным, отверстием.

Над кишечником видны сосуды кровеносной системы; они хорошо заметны у дождевого червя, потому что кровь у него красного цвета (вспомним, что у низших червей и тем более у двуслойных животных мы не встречаем кровеносной системы). Вдоль всего кишечника проходит сверху крупный спинной сосуд. В передней части тела от спинного сосуда отходят хорошо заметные парные ветви, которые, точно обручи, обхватывают пищевод и соединяют спинной сосуд с брюшным, который идет вдоль тела уже под кишечником. Эти несколько пар сосудов называют «сердцами», потому что их мускульные стенки своими сокращениями заставляют кровь двигаться по сосудистой системе. По спинному сосуду кровь идет от заднего конца тела к передней части, затем по «сердцам» она переходит в брюшной сосуд и здесь течет уже

¹ Некоторые авторы, отступая от традиции, рекомендуют вести вскрытие не со спинной, а с боковой стороны червя, считая такой способ более удобным.

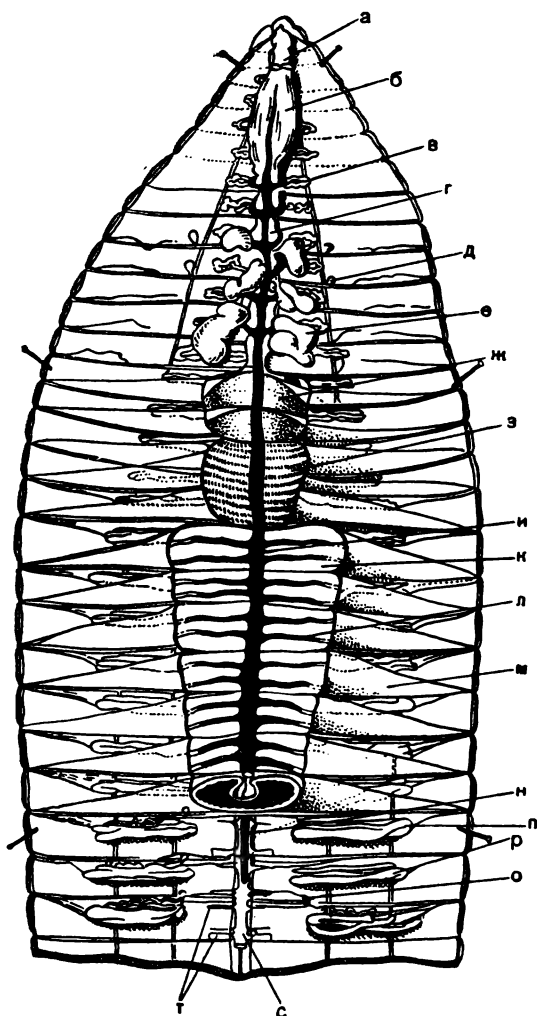


Рис. 89. Передняя часть вскрытого червя:

а — надглоточный ганглий; *б* — глотка; *в* — первое «сердце»; *г* — пищевод; *д* — семеприемники; *е* — семенные пузырьки; *ж* — зоб; *з* — мускульный желудок; *и* — спинной сосуд; *к* — кишка; *л* — поперечные сосуды; *м* — одна из перегородок, разделяющих полость тела на сегменты; *н* — брюшной сосуд; *о* — воронка нефридии; *п* и *р* — нефридии; *с* — брюшной нервный шнур; *т* — нервы.

в обратном направлении, то есть к заднему концу тела.

Кроме этих главных сосудов, у червя есть еще более тонкие сосуды; одни из них, подобно «сердцам», опоясывают кишечник, другие идут к различным органам тела.

Кровеносная система приносит к тканям тела необходимые им вещества — питательный материал, поступающий в кровь из кишечника, и кислород — и уносит из них продукты распада — углекислоту и азотистые вещества.

Выделительная система у дождевого червя имеет вид маленьких белых извитых трубочек, прилежащих к тем перегородкам, которые разделяют полость тела на отдельные сегменты. Один конец каждой такой трубочки открывается в виде маленькой воронки в полость тела, другой конец открывается наружу. Так как эти выделительные трубочки (нефридии) попарно распределены по отдельным членикам, или сегментам, тела, их называют еще сегментарными органами.

Особой дыхательной системы у червя нет, а газообмен у него совершается через всю поверхность тела, одетого тонкой и всегда влажной кутикулой. Дыхательный газообмен протекает в условиях сырой почвы, куда проникает и атмосферный воздух. В дождливую погоду, когда почва бывает пропитана водой с большим содержанием углекислоты (выделяемой при разложении перегноя), земляные черви ощущают недостаток кислорода, и это заставляет их выходить на поверхность.

Нервная система у дождевого червя образует в передней части тела околослизное кольцо, состоящее из надглоточного узла, или «головного мозга», из пары нервных тяжей, охватывающих с двух сторон глотку, и из подглоточного узла, расположенного уже под кишечником. Подглоточным узлом начинается брюшная нервная цепочка, которая тянется вдоль нижней стенки тела (чтобы ее видеть, нужно удалить кишечник). Брюшная цепочка состоит из нервных узлов — по одному узлу на каждый сегмент тела — и из соединяющих их между собой нервных тяжей. Все эти узлы двойные, то есть каждый образовался из пары слившихся между собой узлов, и от каждого узла отходят нервы к соседним органам.

Таким образом, каждый нервный узел представляет собой особый нервный центр для своего сегмента, но все они действуют согласованно в зависимости от деятельности надглоточного узла, который и называют поэтому «головным мозгом» червя.

Ближе к переднему концу червя на дне полости тела расположены органы размножения. Дождевые черви — живот-

ные двуполые, или гермафродиты, то есть у каждого из них есть и мужские и женские органы размножения — и семенники и яичники. И семенники и яичники открываются отдельными парными отверстиями на брюшной стороне тела.

В строении тела дождевого червя ясно выступает одна особенность: у него все тело подразделено на идущие один за другим сегменты, которые своим строением как бы повторяют друг друга. Снаружи сегменты разделены перехватами и имеют вид колец с восемью щетинками на каждом кольце, а внутри каждому перехвату соответствует поперечная перегородка и в каждом сегменте имеется свой парный нервный узел, своя пара поперечных кровеносных сосудов, опоясывающих кишечник, своя пара выделительных трубочек, свои кольцевые и продольные мышцы. Такое строение, когда в теле идут одна за другой повторяющиеся, почти одинаковые между собой части, называется метамерным (рис. 89, 91).

Регенерация у червя. При метамерном строении дождевого червя его органы оказываются очень равномерно распределенными по отдельным сегментам тела. В частности, каждый сегмент обладает своим

нервным узлом, а надглоточный узел, или «головной мозг», хотя и делает движения всего тела согласованными между собой, но развит он у червя немного сильнее, чем другие нервные узлы, и потому не имеет такого исключительного значения для жизни животного, какое имеет головной мозг у позвоночных.

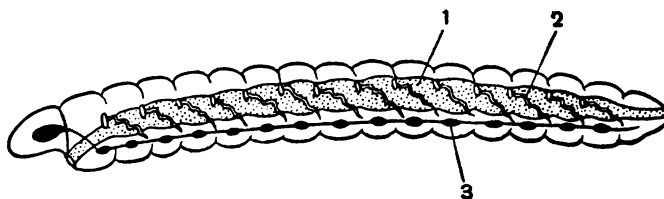


Рис. 91. Схема строения дождевого червя:

1 — кишечник; 2 — нефридии; 3 — центральная нервная система.

Таким образом, если перерезать дождевого червя пополам, то ни передняя, ни задняя половины его не лишатся тех органов, без которых в них должна бы остановиться жизнь. Перерезанный червь не погибает, но каждая половина его восстанавливает строение целого червя: на переднем отрезке регенерирует хвостовой конец, а у задней половины вновь образуются передние сегменты. В конечном счете из одного перерезанного червя получается два.

Опыты показали, что к восстановлению утраченных частей способны даже отрезки, взятые из середины тела, лишь бы они не были слишком короткими. А у одного родственного дождевому червя вида, обитающего в водоемах, эта способность выражена особенно сильно: этого червя можно разрезать на 14 кусков и получить таким способом 14 целых червей. Оказалось, что этот червь может и самопроизвольно «разрывать» свое тело на части, которые потом регенерируют в целых животных. Значит, и на сравнительно высокой ступени организации у некоторых кольчатых червей благодаря метамерному строению тела может происходить бесполое размножение путем деления.

Половое размножение. Хотя дождевые черви — существа обоеполые и у каждой особи образуются и мужские и женские клетки, у них не происходит самооплодотворения, и отсаженный отдельно червь

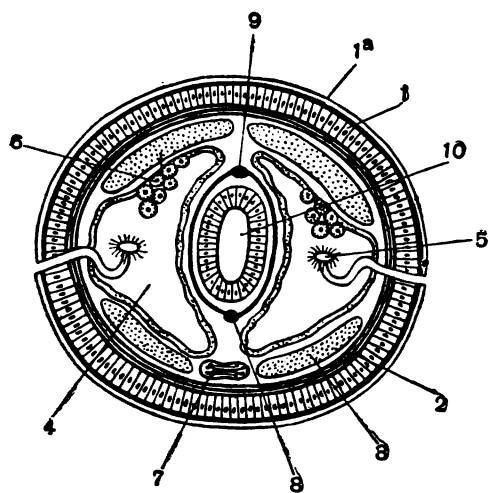


Рис. 90. Схема поперечного разреза кольчатого червя:

1 — кожа; 1^а — кутикула; 2 — кольцевые мышцы; 3 — продольные мышцы; 4 — полость тела; 5 — нефридий; 6 — органы размножения; 7 — центральная нервная система; 8 — брюшной сосуд; 9 — спинной сосуд; 10 — кишечник.

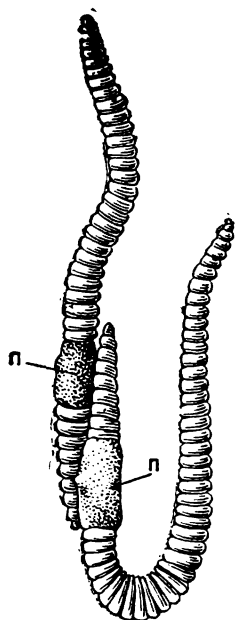


Рис. 92. Копуляция
дождевых червей:
п — поясок,

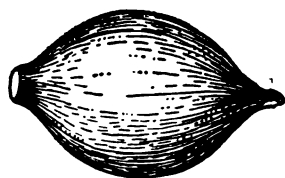


Рис. 93. Яйцевой кокон
дождевого червя.

не способен размножаться. Когда встречаются два червя, у которых созревают мужские половые клетки, они тесно прижимаются друг к другу брюшными сторонами передней трети своих тел (включая пояски), причем головные концы их бывают направлены в противоположные

стороны (рис. 92); разбухшие пояски обоих червей обильно выделяют при этом густую клейкую слизь. Приняв такое положение, черви взаимно обмениваются спермой: из мужских половых отверстий, расположенных на их XIV сегментах, вытекает семенная жидкость, которая под действием мышечных сокращений проходит по двум параллельным канавкам через несколько сегментов брюшной стороны и таким путем попадает в особые кармашки, выступающие на теле другого червя — в его семеприемники (их можно рассмотреть на IX и X сегментах в виде округлых бугорков).

После этого черви расходятся, и у них созревают яйца. В это время «поясок» начинает выделять густую слизь, которая образует вокруг тела кольцо, или «муфту». Усилиями своих мышц червяк начинает сдвигать это кольцо к головному концу. Когда оно проходит мимо женских половых отверстий (XV сегмент), в него попадают яйца, а когда это колечко продвигается еще дальше вперед, в него выдавливается из семеприемников чужая семенная жидкость и происходит оплодотворение яиц. Наконец, колечко доходит до переднего конца тела, и червяк от него

освобождается. Тогда края вязкого колечка стягиваются и сближаются: из него получается маленький, со спичечную головку, яйцевой кокон (рис. 93). Через некоторое время из этого кокона выходят маленькие червячки и начинают самостоятельное существование.

По своему значению перекрестное оплодотворение у дождевого червя соответствует перекрестному опылению у цветковых растений, устраняющему их самоопыление.

Живут черви более десяти лет и на зиму уходят в более глубокие, непромерзающие слои почвы.

Значение червей в процессе почвообразования. Дождевые черви очень многочисленны в почве, и их деятельность имеет огромное значение в почвообразовательных процессах.

Роясь в земле, черви разрыхляют почву и этим открывают туда доступ и воздух и воде, необходимым для полного разложения органических веществ. Прелые листья и другие растительные и животные остатки они затаскивают внутрь своих подземных ходов и этим способствуют обогащению почвы перегноем, а роясь в глубине, пропускают землю через свой кишечник, перемешивают почву и увеличивают толщину ее плодородного слоя.

Если принять в расчет тот необозримый ряд тысячелетий, в течение которых в земле идет неслышная работа бесчисленного количества червей, нам будет ясно огромное значение дождевых червей в процессе образования почвы, а вместе с тем и в общем биологическом процессе (на разрыхленной, перемешанной и обогащенной перегноем почве пышно развивается растительность, а за счет растительных организмов развивается на земле и животная жизнь).

Возьмите цветочный горшок или стеклянную банку с сырой и жирной землей. и с несколькими дождевыми червями и насыпьте туда сверху слой песка (около 1 см толщиной). На следующий день вы найдете на песке земляные комочки, какие вам, вероятно, не раз приходилось видеть и раньше по утрам на садовых дорожках. Иногда эти комочки расположены целыми шнурами, и по их форме, и по

материалу нетрудно догадаться, что это земля, вынесенная на поверхность из нижних слоев и пропущенная через кишечник червя. Заглатывая черную землю, черви могут использовать часть органических веществ, которые имеются там в виде перегноя; питательность такого корма, конечно, невелика, но зато он имеется вокруг червя в изобилии. Заглатывание земли червяк применяет также и для того, чтобы пробить себе дорогу в более плотных почвах.

Оставьте банку с червями на 1—1½ месяца в полутемном месте, поддерживая землю в умеренно влажном состоянии, и посмотрите, что станет тогда с песчаным слоем. Одновременно с этим поставьте и другой опыт: в большой цветочный горшок насыпьте песка (без черной земли), поместите туда червей (штуки 3—4) и, поддерживая песок сырым, кормите червей различными растительными веществами. Через те же 1—1½ месяца измерьте толщину образовавшегося перегноя.

Значение червей в процессах почвообразования выяснил своими наблюдениями и опытами Чарлз Дарвин — великий основатель учения об эволюции живых существ.

Черви-трубочники

«Кровавый призрак». Интересное явление случается иногда наблюдать в мелких стоячих водоемах, какие образуются вблизи огородов или в местах, где пасется скот. Подойдя к такому водоему, наблюдатель замечает, что часть его илистого дна имеет необычный кроваво-красный оттенок. Но стоит наблюдателю переместиться или просто изменить позу так, что тень от него упадет на красное дно, как наваждение исчезает и дно оказывается обычного бурого цвета. Если же он переждет на берегу минуту-другую, не делая резких движений, он снова увидит на дне зловещий цвет крови.

Разгадка явления придет, если этот обманчивый по цвету ил зачерпнуть сачком и вытряхнуть в какую-нибудь посудину: среди взятого ила мы увидим множество копошащихся мелких (15—20 мм) красных червячков, по общему складу

своего тонкого тела напоминающих обычных земляных. Это *черви-трубочники*, относящиеся к тому же *классу малощетинковых кольчецов*, или *олигохет*, что и дождевые черви (не следует смешивать их с «мотылем» — такими же красными личинками комаров-дергунов).

«Животные жабы». В спокойном состоянии трубочники держатся на дне водоема, вонзившись головным концом в ил, которым они питаются, и мерно раскачивают и изгибают в воде свое тело. Такими ритмическими дыхательными движениями они перемешивают и обновляют вокруг себя воду, которая в подобных загрязненных водоемах бывает бедна кислородом. Приближение опасности вызывает у червей защитный рефлекс: они погружаются в ил и исчезают из поля зрения, а по миновании нависшей над ними угрозы снова продолжают свои волнообразные дыхательные движения. По внешнему виду тесное скопление равномерно колышащихся красных червячков производит впечатление какого-то единого согласованно работающего жаберного аппарата, в котором отдельные особи представляют собой нечто вроде жаберных лепестков — пастелько бросающаяся в глаза дыхательная функция затмевает собой остальные жизненные отправления этих животных, обратившихся в подобие одной сплошной жабры.

Богатая гемоглобином красная кровь трубочников способна улавливать и связывать кислород даже при скудном его содержании в воде среди разлагающихся органических остатков (заметим, что так же значение и красной крови у «мотыля», живущего в сходных условиях).

Многощетинковые черви, или полихеты

Другую группу кольчатых червей составляет *класс многощетинковых червей*, или *полихет*. Почти все они обитатели морского дна. Некоторые из них ведут здесь сидячий образ жизни, зарываясь в песок или запрятавшись в трубочки, образуемые из затвердевших выделений кожи. Другие ползают по дну или даже способны плавать.



Рис. 94.
Нереида.

У подвижных форм на головном конце хорошо развиты органы чувств (глаза, щупальца), имеются острые челюсти, а щетинки сидят целыми пучками на особых бугорках или выступях тела, которые способны двигаться, и представляют, таким образом, наиболее простую, зачаточную форму конечностей. Поэтому по общему облику такие ползающие морские черви (рис. 94) напоминают наших многоножек, да и вообще по своей организации стоят ближе к типу членистоногих, чем наши дождевые черви.

Многощетинковые черви составляют излюбленный корм для многих ценных промысловых рыб. Вместе с тем исследования Каспийского моря показали, что в этом закрытом водоеме фауна полихет крайне бедна (всего лишь 5 видов, тогда как в Черном море их насчитывается 123) и что в отсутствии подходящего корма заключается причина, почему попытки переселить в Каспийское море ценные виды черноморских рыб оканчивались неудачей.

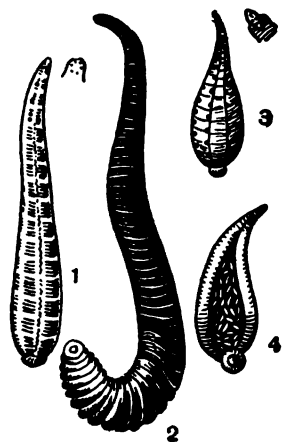
Акклиматизацию черноморских рыб и общее повышение кормовых ресурсов в Каспийском море удалось осуществить путем переселения в него часто встречающихся в настоящих морях червей из рода *нереид*. Эта работа была проведена в 30-х годах под общим руководством проф. Л. А. Зенкевича. За период с 1939 по 1941 год в Каспийское море было выпущено около 65 тысяч нереид, а уже через несколько лет эти черви расплодились там в массовом количестве и стали излюбленным кормом местных каспийских осетров.

Пиявки

По общему типу строения *пиявки* во многом сходны с другими кольчецами, но у них нет щетинок, и поэтому их выделяют в особый класс. С отсутствием у них щетинок связан и иной способ передвижения, а ряд других признаков, отличающих их от полихет и олигохет, зависит от того, что большинство пиявок ведет полу-

Рис. 95. Пиявки:

1 — малая ложноконская пиявка; 2 — ложноконская пиявка; 3 и 4 — улитковая пиявка с молодью.



паразитический образ жизни, присасываясь к телу других животных и питаясь их кровью. Самый заметный признак пиявок — это присоски по обоим концам тела; в центре передней присоски находится рот, а задняя служит только для прикрепления (рис. 95).

Пиявки живут в прудах, болотах, речных заводях и старицах с вязким илистым дном. Известная *медицинская пиявка* в природных условиях встречается у нас только в более южных областях: на Украине, на Кавказе, в Средней Азии. У нее рот вооружен тремя очень сильно зазубренными пластинками — «челюстями», которыми взрослая пиявка может прокалывать кожу крупных животных и человека и высасывать кровь, поэтому медицинскую пиявку с давних времен применяют при лечении некоторых болезней для отсасывания крови (особенно при кровоизлияниях в мозг, при закупорке вен, при инфарктах миокарда).

В центральных и северных районах нашей страны медицинская пиявка не водится, но часто встречается похожая на нее и такая же крупная *ложноконская пиявка* (цветн. табл. I), у которой челюсти не могут прокалывать кожу крупных животных и которая нападает на различных мелких обитателей воды: червей, улиток, личинок насекомых, а также и на рыб. Встречаются у нас и более мелкие виды пиявок, например красноватая или желто-серая *нефелида*. Этих пиявок можно безбоязненно взять с собой в банку для наблюдений. Банку следует либо накрыть стеклом, либо завязать сверху марлей или бумагой, так как иначе пиявки могут уползти.

Кормом для крупных пиявок могут служить дождевые черви (рис. 96), а для нефелид — мелкие червяки, личинки и даже кусочки белого хлеба.

Наблюдая в банке с водой живую пиявку, можно видеть ее «шагающие» движения, когда она сначала вытягивается вперед, затем прикрепляется к подводному предмету передней присоской, потом освобождает заднюю присоску и переносит ее к переднему концу тела (рис. 97). Пиявка может также медленно плавать, делая волнообразные движения всем своим телом благодаря хорошо развитой мускулатуре: у пиявок, кроме продольных и кольцевых мышц, есть еще косые мышцы и мышцы, идущие от спинной стороны к брюшной (когда они сокращаются, тело пиявки становится плоским; в таком виде ей удобнее плавать).

Однако, несмотря на сильное развитие мускулатуры и видимые усилия, пиявка передвигается очень медленно. Это особенно заметно при сравнении ее с рыбкой или хотя бы жуком плавунцом, у которых мускулатура связана с твердыми и подвижными скелетными частями — с позвоночником у рыбы и с наружным хитиновым покровом у плавунца.

В аквариуме, а иногда и в природных условиях можно наблюдать, как малая ложноконская пиявка (нефелида, или восьмиглазка), прикрепившись к какому-нибудь подводному предмету, производит волнообразные движения. Значение их в том, что благодаря движениям вода не застаивается у поверхности тела нефелиды, а приток свежей воды несет с собой необходимый для дыхания кислород (вспомним червей-трубочников).

На умерщвленной пиявке можно более подробно рассмотреть строение ее рта. На дне его находятся три челюсти, слабо вооруженные у наших обыкновенных видов, но более сильные и острые у медицинской пиявки (эта особенность и позволяет ей прокалывать кожу человека и крупных животных).

При помощи лупы на переднем конце тела можно заметить десяток мелких точек — глаза.

Размножаются пиявки яйцами. Ложноконская и медицинская пиявки помещают

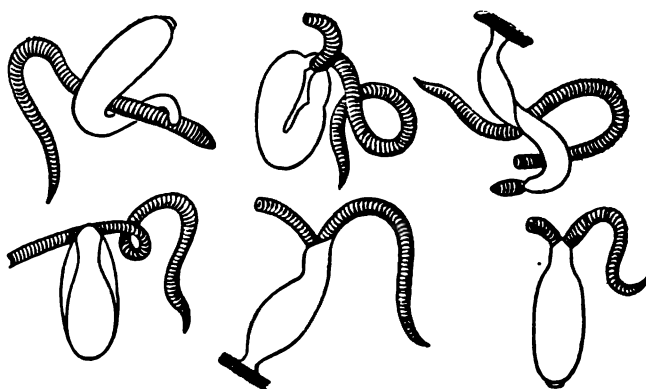


Рис. 96. Борьба пиявки с червем.

их в слизистом коконе в сырую землю вне водоема. Нефелиды откладывают яйца, одетые буроватым коконом, на поверхность различных подводных предметов (в природе — обыкновенно на листья кувшинок, в неволе — на стенки аквариума); поэтому развитие молоди у этого вида трудно наблюдать.

Вскрытие пиявки удается труднее, чем вскрытие дождевого червя, и мы поэтому не будем его здесь описывать (трудность зависит от того, что кожно-мускульный мешок срастается с кишечником). На вскрытом животном (рис. 98) мы могли бы видеть, что по общему типу строения пиявка напоминает дождевого червя (спинной и брюшной сосуды, сегментарные органы — нефридии, брюшная нервная цепочка с ганглиями по отдельным сегментам и с надглоточным узлом на головном конце), но отдельные сегменты тела у пиявки теснее связаны между собой, причем истинная внутренняя сегментация не соответствует более мелким наружным колецкам, в которых выражается приспособ-

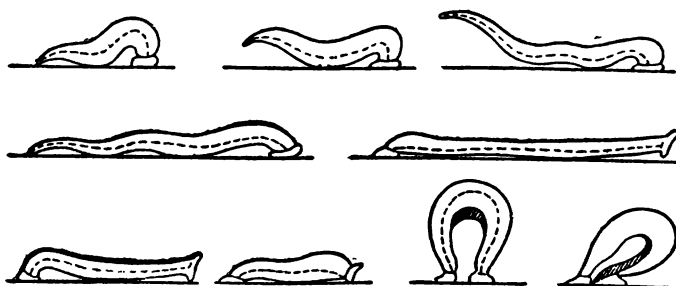


Рис. 97. Ползущая пиявка.

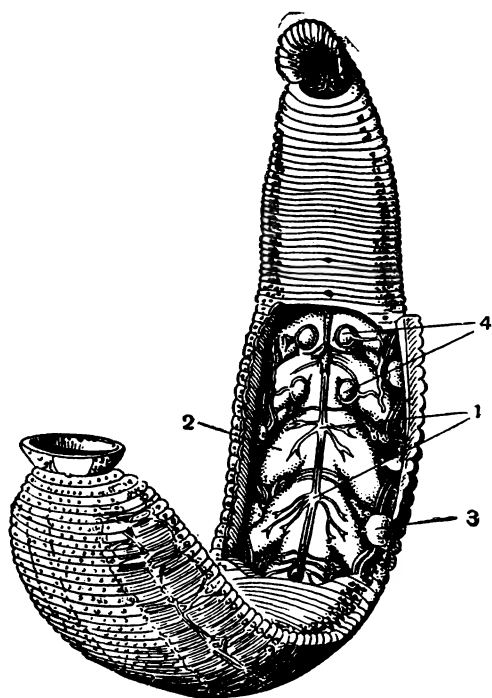


Рис. 98. Вскрытая пиявка:

1 — нервная цепочка; 2 — слепые мешки кишечника; 3 — органы выделения; 4 — органы размножения.

способность кожно-мышечного мешка пиявки к разнообразным изгибам ее тела.

В связи с особенностями питания своеобразный вид у пиявок имеет кишечный тракт. Здесь обращают на себя внимание мускулистая глотка — мощный орган, приспособленный для сосания крови, и особенно объемистая средняя кишка (зоб), продолжающаяся до последней трети тела и образующая по бокам ряд парных мешковидных выростов — резервуар для хранения крови, которой насосалась пиявка. У сытой пиявки с переполненным зобом тело бывает сильно раздуто, и она уже по внешнему виду отличается от тощих, голодных пиявок.

Коловратки

О *коловратках* кратко уже упоминалось в связи с описанием инфузорий. Это те большей частью микроскопически мелкие организмы, которые когда-то ученые не умели отличать от инфузорий, но которые в действительности оказались животными многоклеточными, обладающими и кишечником, и выделительными органами, и ор-

ганами размножения, и нервным узлом с отходящими от него нервами — все это, конечно, в самых миниатюрных масштабах и очень простого строения (рис. 99).

Свое название эти животные получили от особого «коловращательного аппарата»,

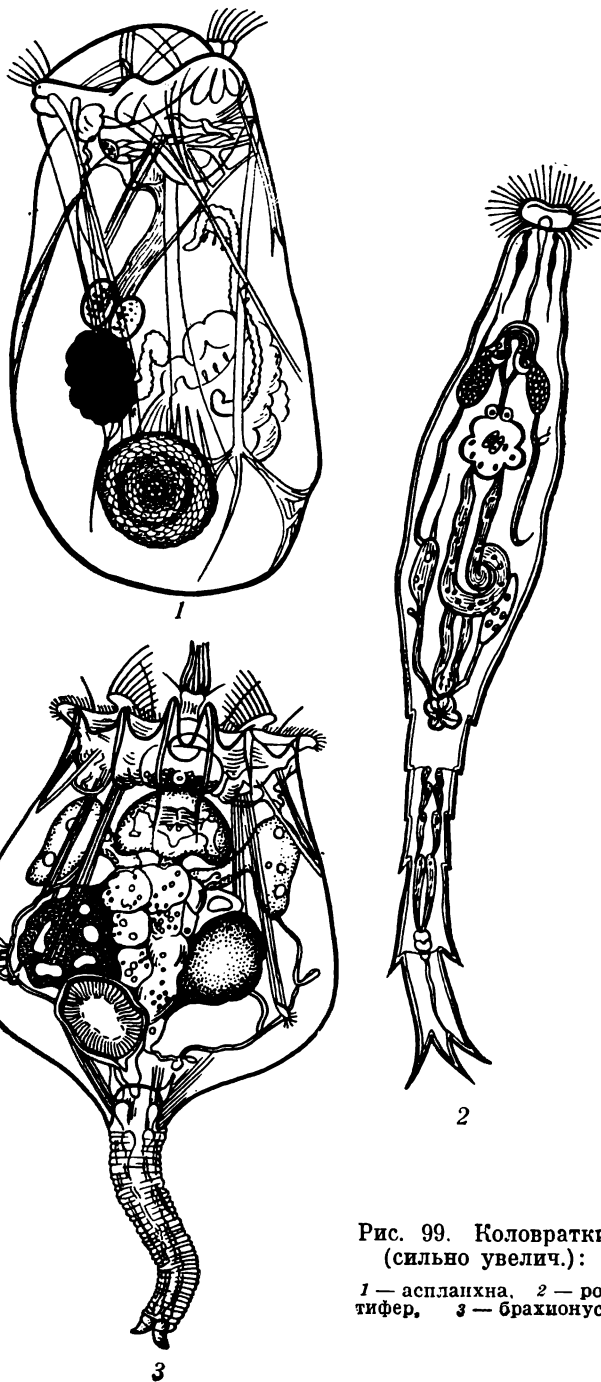


Рис. 99. Коловратки (сильно увелич.):

1 — аспланхна, 2 — ротифер, 3 — брахионус.

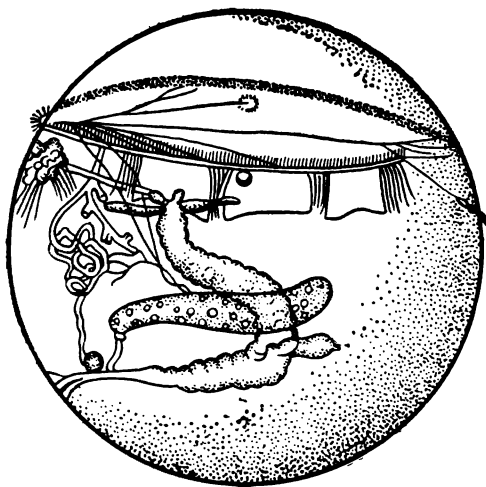


Рис. 100. Коловратка трохосфера.

который помещается у них на переднем конце тела. В типичных случаях он образован двумя округлыми дисками, окаймленными по краям венчиками из ресничек; эти реснички находятся в постоянном движении, которое напоминает мельканье спиц вращающегося колеса (наблюдатели старых времен при своих еще несовершенных микроскопах сочли это образование за настоящие вертящиеся колеса). По своему значению реснички «коловратательного аппарата» у этих организмов аналогичны ресничкам инфузорий: это и орган передвижения для плавающих форм и приспособление, вызывающее маленький «водоворот», который приносит к ротовому отверстию коловратки мелкие пищевые частицы.

Мы не будем останавливаться на особенностях отдельных форм коловраток и ограничимся несколькими рисунками, дающими общее представление о внешнем виде животных этой группы, в значительном количестве встречающихся в наших пресных водоемах.

Многие коловратки обладают удивительным свойством переносить в состоянии скрытой жизни, или анабиоза, длительное (до нескольких лет) высыхание, теряя при этом свою обычную форму и превращаясь в сухой и как будто безжизненный комочек, но снова возвращаясь к деятельной жизни после смачивания их водой. Это явление было открыто еще в самом начале XVIII века знаменитым Левенгуком.

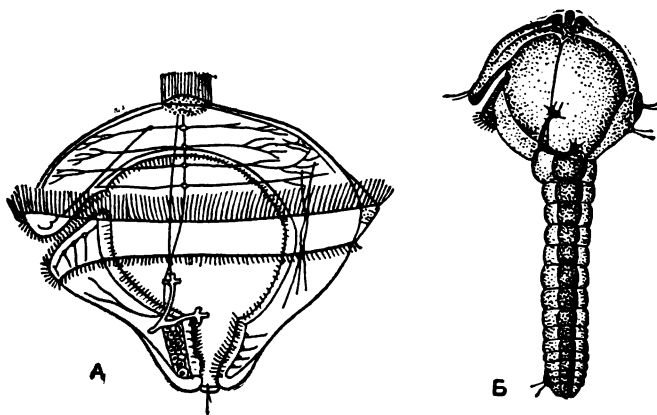


Рис. 101. Трохофора (А) морского кольцевого полигории и начало превращения ее в членистого червя (Б).

В способности переносить в анабиотическом состоянии сухость и распространяться вместе с пылью при содействии ветра у коловраток также проявляется аналогия с образованием цист у инфузорий: благодаря таким приспособительным реакциям организма эти микроскопически мелкие существа могут поддерживать свою видовую жизнь во временно пересыхающих водоемах.

Интересна и история определения систематического положения коловраток. После того как в Австралии была обнаружена шарообразная коловратка *трохосфера* (рис. 100), очень похожая на трохору (рис. 101) — личиночную форму морских кольцецов, вся эта группа, еще сравнительно недавно причислявшаяся к инфузориям, оказалась в ближайшем родстве с высшими червями. Впрочем, некоторые исследователи считают сходство коловраток с трохорами кольцецов не выражением их родственной близости, а результатом конвергенции — приспособления различных по происхождению животных к одинаковому образу жизни (аналогично сходству между дельфинами и акулами).

Мшанки

Подобно тому как раньше зоологи не видели существенных различий между коловратками и настоящими инфузориями, они также на основании внешнего сходства объединяли вместе в «класс полипов»

и действительных гидроидных полипов (включая гидру) и *мшанок*, колонии которых образуют невзрачный, как бы мшистый, буроватого цвета налет на нижней поверхности листьев кувшинок и на различных подводных предметах (рис. 102).

У так называемой *клубчатой мшанки* (рис. 103) сходство с полипами выражается в том, что у нее из ветвящихся трубочек, составляющих колонию, выступает венчик щупалец, подгоняющих пищу к ротовому отверстию.

У другого распространенного у нас вида — у *мшанки-хотлатки* колония по внешнему виду напоминает небольшого слизня и обладает способностью очень медленно передвигаться по стеблям и листьям водных растений.

При некотором внешнем сходстве с полипами (результат конвергенции) мшанки имеют гораздо более сложное строение, и современные зоологи относят их к особому типу *червеобразных* (Vermoides), или *щупальцевых* (Tentaculata), к кото-

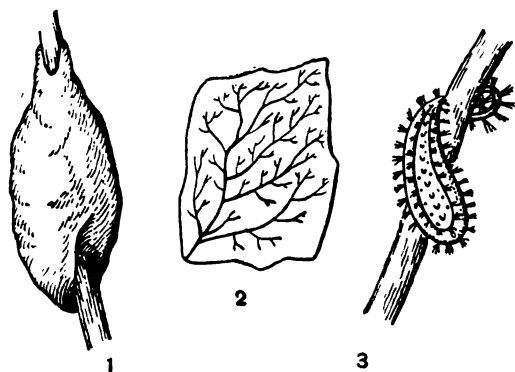


Рис. 102. Мшанки:

1 — клубчатая мшанка на стебле водного растения; 2 — ползучая мшанка на листе кувшинки; 3 — *хотлатка* кристателла на стебле растения.

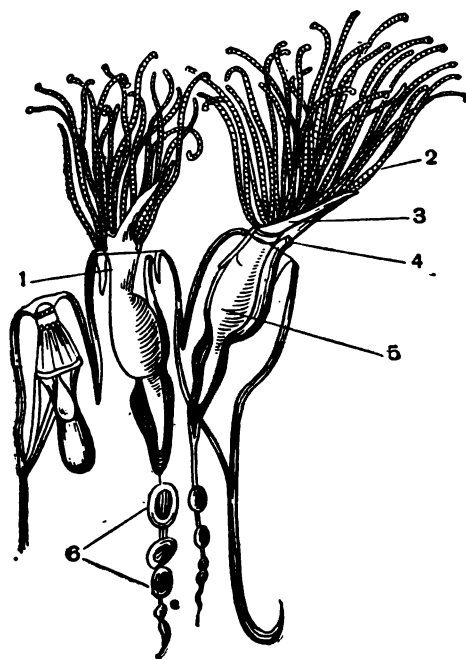


Рис. 103. Часть колонии клубчатой мшанки (увеличено):

1 — щупальцевое влагалище; 2 — венчик щупалец; 3 — пищевод; 4 — конец задней кишки; 5 — желудок; 6 — тяж со статобластами.

рому принадлежит также *класс плеченогих*, не богатый видами в фауне современных морей, но процветавший в палеозое (у нас в каменноугольных известняках в изобилии встречаются раковины *продуктусов* и *спириферов* — см. рис. 132).

Ограничиваясь этим кратким упоминанием о мшанках, которое, может быть, позволит узнать эти организмы при разборе материала пресноводных экскурсий, отсылаем читателя за более подробными сведениями к книге Б. Е. Райкова и М. Н. Римского-Корсакова «Зоологические экскурсии» (Л., Учпедгиз, 1956).

К типу моллюсков, или *мягкотелых*, относятся такие животные, как наши пресноводные и наземные улитки со спирально закрученной раковиной, голые слизни, наши речные и озерные ракушки с двустворчатой раскрывающейся раковиной. Огромное количество разнообразных форм моллюсков, также обладающих либо дву-

створчатыми, либо спирально закрученными раковинами, обитает в морях и океанах. Наконец, сюда принадлежат и такие животные, как каракатицы, кальмары и осьминоги — морские хищники, по внешнему виду очень мало похожие на других моллюсков, но в основном имеющие тот же общий тип строения.

КЛАСС ПЛАСТИНЧАТОЖАБЕРНЫХ, ИЛИ ДВУСТВОРЧАТЫХ

Все *двустворчатые моллюски* — обитатели водной среды, причем подавляющее большинство относящихся сюда видов живет в морях и лишь незначительная часть приурочена к пресным водоемам (в реках и озерах Европейской части СССР насчитывается всего лишь 14 видов). Общее же число видов двустворчатых в морях, реках и озерах земного шара составляет около 20 тысяч.

Беззубка и перловица

Из наших пресноводных двустворчатых наиболее общеизвестны — хотя бы по их пустым раковинам — две крупные ракушки — *беззубка* и *перловица*. Они относятся к двум отдельным родам и различаются некоторыми особенностями в стро-

ении раковин, но по остальным признакам очень близки между собой (рис. 104).

В качестве объекта непосредственного изучения эти ракушки ценны для нас, во-первых, тем, что на них всего удобнее могут быть рассмотрены морфологические признаки, характеризующие тип моллюсков в целом и отличающие его от всех других групп животного мира. Во-вторых, оба эти моллюска являются яркой иллюстрацией положения о тесной взаимосвязи между строением животного и его образом жизни (в данном случае крайне малоподвижным). Наконец, уже при сравнении беззубки с перловицей могут быть замечены и поняты и те более тонкие их морфологические особенности, которые зависят от различий в условиях жизни того и другого моллюска — одного, обитающего

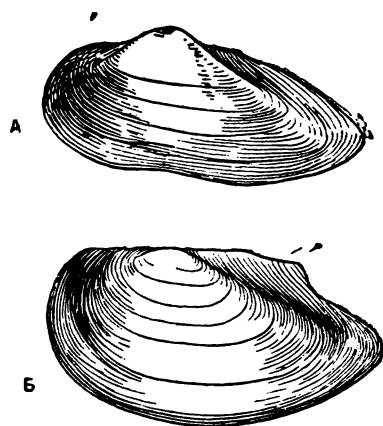


Рис. 104. Раковины перловицы (А) и беззубки (Б).

в озерах и тихих заводях, и другого, живущего на дне рек.

При сборе в природе живого материала следует обратить внимание на положение тела полузарывшейся в ил или песок ракушки и на ту борозду на дне, которую она оставляет при медленном передвижении. Полезно собрать на отмели и пустые раковины погибших моллюсков, еще не распавшиеся на две отдельные створки: они послужат раздаточным материалом для школьных уроков.

В аквариуме природные обитатели стоячих вод — беззубки выживают лучше, чем речные перловицы, однако и для них следует создать наиболее благоприятные условия, обеспечивающие им дыхательный газообмен: чаще сменять воду и не наливать ее помногу, так как толстый слой воды затруднит доступ к ракушкам кислорода из атмосферного воздуха, растворяющегося в воде.

Внешний вид ракушки и ее передвижение. Тело ракушки заключено в раковину, состоящую из двух симметричных створок — правой и левой, которые на спинной стороне соединены прочной и эластичной связкой. Общая форма ракушки клинообразная. Своим закругленным передним концом ракушка зарывается в песок или ил на дне водоема, а более заостренный, задний конец у нее остается свободным (рис. 105).

Когда ракушку ничто не беспокоит, ее створки бывают приоткрыты и из них выступает клиновидная мускулистая нога, которую ракушка всовывает в толщу

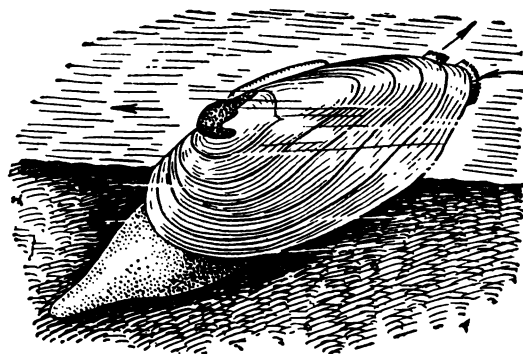


Рис. 105. Беззубка на дне водоема (стрелками указаны вводной и выводной сифоны).

ила или песка. Сокращая затем эту ногу, а потом снова просовывая ее вперед, ракушка очень медленно передвигается по дну и оставляет после себя след в виде борозды.

Но если ракушка потревожена, она быстро втягивает ногу и с большой силой закрывает створки раковины. Теперь все ее мясистое тело находится под защитой крепких створок и становится недоступным для большинства хищников.

Внешнее строение тела. Для того чтобы рассмотреть строение тела, скрытого под створками раковины, ракушку умерщвляют погружением в подогретую воду. У мертвой ракушки расслабляются замыкательные мышцы, которыми она закрывала свою раковину, и створки ее приоткрываются благодаря натяжению связок. Тогда можно видеть мягкое туловище ракушки и ее ногу, составляющую продолжение туловища. Видно также, что внутренняя сторона раковины покрыта мягкой кожей, которая выстилает обе створки, наподобие подкладки. Это мантия моллюска, названная так потому, что обе ее лопасти, спускаясь по бокам тела с двух сторон, одевают тело, как мантией, то есть широким плащом (рис. 106).

Мантия составляет живую часть створок раковины моллюска; она наружными краями и всей внешней стороной выделяет твердую раковину, образующую прочный наружный скелет животного.

Пространство между телом моллюска и одевающей его мантией называется ма-

тийной полостью. Здесь по обеим сторонам тела в виде темно-желтых занавесок свешиваются жабры — особый орган дыхания, через поверхность которого у моллюсков совершается газообмен между кровью, протекающей по сосудам внутри жабр, и водой, которая омывает жабры снаружи (заметим, что у животных ранее рассмотренных групп мы жабр не наблюдаем, они имеются только у высших кольцецов — морских полихет).

Впереди жабр на переднем конце тела, все в той же мантийной полости, видны две пары листовидных придатков — ротовые лопасти, между которыми находится ротовое отверстие. Заднепроходное отверстие расположено на противоположном конце, ближе к спинной стороне.

Вспомним, что у живой ракушки из-под створок высывается только нога, а все остальные части тела остаются внутри мантийной полости. Следовательно, в мантийную полость должна попадать и свежая вода с растворенным в ней кислородом, омывающая жабры, и пища, а отбросы организма должны из нее удаляться. И мы можем рассмотреть, что на заднем конце раковины, который бывает у ракушки выставлен из грунта наружу, из-под створок выступают небольшие выросты мантии, имеющие вид желобков и заканчивающиеся двумя отверстиями. Это вводной и выводной сифоны. Через один из них (нижний) вода входит в мантийную полость, омывает жабры и приносит к ротовому отверстию различные мелкие частицы, которыми ракушка питается. Затем вода идет в обратном направлении уже по верхней части мантийной полости, захватывает по пути выделяющиеся здесь непереваренные остатки пищи и, наконец, выходит наружу уже через верхний, выводной сифон.

Такой ток воды, поступающий в мантийную полость через вводной сифон и удаляемый оттуда через выводной, вызывается движением бесчисленного количества мельчайших ресничек, покрывающих поверхность жабр, тела и частично мантии. Такие же реснички на ротовых лопастях пригоняют пищевые частицы к ротовому отверстию.

Следовательно, ракушке не приходится разыскивать или преследовать свою добычу, не нужно ее и разжевывать, так как она и без того достаточно мелка. Поэтому ракушки могут вести малоподвижный образ жизни, и для них нет надобности ни в приспособлениях для быстрого передвижения, ни в особом органе зрения, ни в жевательном аппарате. В связи с этим у ракушек оказывается недоразвитой и самая голова, которая у других животных обыкновенно несет на себе специализированные органы чувств и челюстной аппарат. А для защиты от врагов и от других опасностей ракушке достаточно сделать очень простое движение — подобрать ногу и сократить замыкательные мышцы, то есть спрятаться внутри своей прочной раковины. Таким очень простым рефлексом она и отвечает на всякое внешнее раздражение.

Удаление раковины. После предварительного осмотра тела моллюска, насколько это допускали приоткрывшиеся створки, для дальнейшего изучения его строения мягкое тело беззубки или перловицы вместе с мантией необходимо освободить от раковины.

Для этого можно воспользоваться плоским черенком скальпеля или изготовить соответствующее приспособление из твердой деревянной палочки, очинив ее в форме лезвия стамески. Этот инструмент вводят между раковиной и мантией и, осторожно двигая им взад и вперед, тихонько отделяют их друг от друга. На переднем и заднем концах необходимо перерезать замыкающие мышцы (места, где они прикрепляются, легко определить, если сначала найти их на пустой раковине); здесь и надо ввести под мантию лезвие скальпеля или острого перочинного ножичка и, прижимая его как можно теснее к раковине, перерезать мышцу у самого ее основания.

Осторожно вылуцив тело моллюска (вместе с мантией) из раковины, поместите его в препаровальную ванночку, расправьте мантию по дну ванночки и прикрепите булавками, налейте туда воды и тогда рассмотрите более подробно все те органы, о которых уже была речь выше: мускулистую ногу, ротовые лопа-

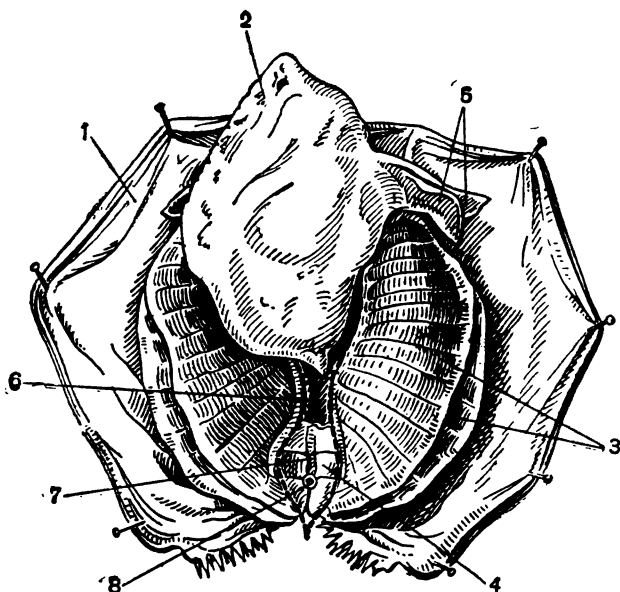


Рис. 106. Беззубка, вылущенная из раковины:

1 — мантия; 2 — нога; 3 — жаберные пластинки; 4 — задний замыкательный мускул; 5 — ротовые щупальца; 6 — выделительный (божанусов) орган; 7 — нервные узлы; 8 — заднепроходное отверстие.

сти, ротовое отверстие, жаберные пластинки, мантию и края вводного сифона (рис. 106).

При таком положении ракушки вы найдете у нее ротовое отверстие, но не увидите ни анального отверстия, ни выводных протоков выделительных органов. Перед глазами у вас еще не вся полость мантии, а только часть ее, так называемая поджаберная камера, через которую ракушка снабжается свежей водой и кормом. Движениями мерцательных ресничек пища направляется ко рту, а вода процеживается через жаберные пластинки и, снабдив их кислородом, попадает в наджаберную камеру, которой мы пока еще не видим. В эту наджаберную камеру, которая проводит воду в обратном направлении — к выводному сифону, и должны попадать различные отбросы организма. Мы можем добраться до нее, если прорежем вдоль жаберную перегородку, которая видна на заднем конце тела — там, где соединяются вместе жабры правой и левой сторон. Здесь, в самой задней части наджаберной полости, мы находим заднепроходное отверстие в виде выпячивающейся трубочки.

Нервная система. Вскрыв наджаберную полость, мы можем добраться и еще до

одного важного органа ракушки. Сняв со стенки этой полости выстилающую ее перепончатую оболочку, мы заметим как раз под задним замыкающим мускулом одну из трех пар нервных узлов, или ганглиев, а именно первый кишечный узел в виде двух прилегающих друг к другу желтых комочков, от которых в виде двух тонких нитей тянутся вперед два нервных тяжа, соединяющих кишечный ганглий с головным. Этот мозговой ганглий¹ (также парный) находится на переднем конце тела, и его можно увидеть, если удалить перепончатые покровы при основании губных щупалец (обратите внимание на их малую величину — не крупнее булавочной головки!). Третья пара ганглиев, образующая ножной узел и также соединенная двумя тяжами с мозговым узлом, находится в толще ноги (см. рис. 108); обнаружить его несколько труднее, так как для этого придется вскрыть на ноге стенку тела и осторожно выщипывать пинцетом находящиеся там органы размножения. Такова центральная нервная система этого моллюска; кроме того, от каждого ганглия отходят тонкие нервы, расходящиеся по телу ракушки.

Таким образом, нервная система у ракушки оказывается построенной очень несложно. У нее мы находим три маленьких парных ганглия, далеко отстоящих друг от друга и распределенных по различным отделам тела; каждый из них представляет собой как бы отдельный маленький мозг, обслуживающий соседние органы, хотя в то же время все они находятся в соединении между собой посредством связывающих их нервных тяжей. Сравнительно с величиной животного все эти ганглии очень мелки, и головной узел у ракушки развит несколько не сильнее двух остальных. (Сравните с высокоразвитым головным мозгом позвоночных, особенно высших.) Такое строение нервной системы находится в полном соответствии с образом жизни пластинчатожаберных моллю-

¹ Условно можно перевести его научное название как «цереброплевральный». Употребляемое в учебной литературе название «головной ганглий» неудачно, так как оно не вяжется с отсутствием у двустворчатых самой головы.

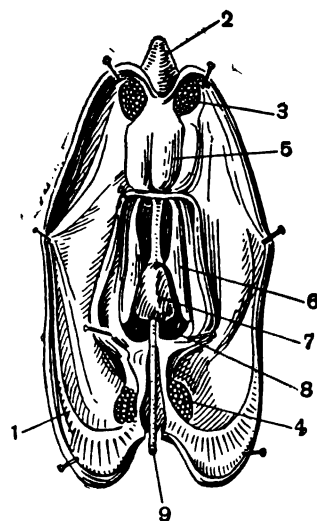
сков — животных, едва способных передвигаться и под защитой своей ракушки почти изолированных от раздражений внешнего мира.

Сердце и кишечник. Продолжим наше изучение внутреннего строения ракушки и, вынув булавки, которыми она была прикреплена в ванне, перевернем ее спинной стороной кверху, снова закрепив ее в этом положении воткнутыми по краям мантии булавками (рис. 107). На заднем конце тела мы видим теперь края выводного сифона и обрезанную с двух сторон заднюю замыкающую мышцу, а впереди нее через стенку тела смутно просвечивает желтоватого цвета сердце. Тонкими ножницами осторожно разрежем здесь стенку тела и вскроем околосердечную полость; затем при помощи булавок растянем вширь сделанный разрыв (или срежем ножницами всю верхнюю стенку этой полости) и рассмотрим органы, которые перед нами обнаружатся. Мы увидим желтоватое грушевидное сердце, или, точнее, желудочек сердца; если этот желудочек отодвинуть в ту или другую сторону, то под ним обнаружится пара прозрачных мешков, отходящих вправо и влево, — правое и левое предсердия. Через эти предсердия к желудочку доставляется артериальная кровь, только что побывавшая в жаберных сосудах, а затем сердце гонит ее к различным органам тела. Кровь у ракушек бесцветная.

Желудочек сердца оказывается тесно связанным с задним отделом кишечника: кишка у ракушки проходит сквозь сердце, затем идет над задней замыкающей мышцей и оканчивается, как мы уже видели, близ выводного сифона заднепроходным отверстием. Перед тем как попасть в околосердечную полость, кишка образует несколько петель в нижней части тела — около ноги, и на ракушке мы могли бы проследить ее путь только на продольном разрезе (рис. 108). Но, продолжая вскрывать ракушку со спинной стороны, мы в передней части тела — между передней замыкающей мышцей и околосердечной сумкой — опять встретимся с пищеварительной системой: мы найдем там крупную зеленовато-коричневую дольчатую массу — пищеварительные

Рис. 107. Беззубка, вскрытая со спинной стороны:

1 — мантия; 2 — нога; 3 и 4 — передний и задний замыкательные мускулы; 5 — печень; 6 — предсердия; 7 — желудочек сердца; 8 — выделительный (боянусов) орган; 9 — заднепроходное отверстие.



железы, или печень, облегающую желудок и поставляющую в него пищеварительные соки. (Проследите по рисунку весь путь кишечника от ротового до анального отверстия. Какие части его вы видели на вашем препарате?)

Органы выделения. Теперь вернемся опять к околосердечной полости и удалим из нее сердце. Для этого нам придется обрезать ножницами кишку впереди и позади сердца и перерезать оба предсердия. Тогда обнаружится нижнее дно полости, и мы увидим просвечивающий через него темно-коричневый парный орган — почки, или так называемый боянусов орган. Каждая из почек представляет собой видоизмененную извилистую трубку, одним концом сообщаящуюся с около-

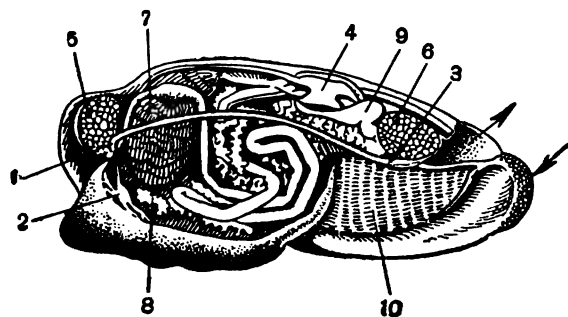


Рис. 108. Перловица в продольном разрезе:

1 — головной, 2 — ножной и 3 — кишечный ганглии; 4 — сердце с отходящими от него сосудами; 5 — передняя и 6 — задняя замыкательные мышцы; 7 — печень; 8 — органы размножения; 9 — почка; 10 — правая внутренняя жабра. Стрелки показывают направление тока воды, проходящей через вводной и выводной сифоны.

сердечной полостью, а другим открывающуюся в паджаберную камеру. Таким путем у ракушки выводятся наружу жидкие продукты обмена.

Размножение и развитие ракушек. Все в ту же мантийную полость попадают у двустворчатых моллюсков и выделяемые ими в период размножения половые продукты. Ракушки раздельнополы. У самцов их микроскопически мелкие половые клетки (сперматозоиды) выносятся через выводной сифон наружу, и тогда некоторая

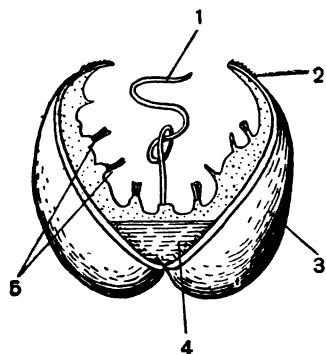


Рис. 109. Глохидий беззубки:

1 — нить биссуса; 2 — крючок; 3 — створка ракушины; 4 — замыкающая мышца; 5 — чувствительные волоски.

часть их может попасть вместе с током воды в мантийную полость находящихся где-нибудь поблизости самок, у которых к этому времени между слоями жабр бывают уже отложены яйца. Здесь яйца оплодотворяются и в них начинают развиваться личинки, которые затем через выводной сифон выносятся наружу.

Личинки наших пресноводных беззубок и перловиц (рис.

109), когда они выходят из мантийной полости матери, бывают уже одеты двустворчатой раковинкой, которая по краям вооружена зубцами и крючками. Ноги у личинок еще нет, но на брюшной стороне есть орган, выделяющий длинную и липкую нить — так называемый б и с у с. Личинки с такими признаками называются глохидиями¹.

Хлопая своими створками, маленький глохидий может передвигаться в воде, а когда мимо него проплывает рыба, он прикрепляется к ней своей клейкой нитью, а затем, точно клещами, вцепляется своими зубчатыми створками в жабру, в плав-

ник или в кожу этой рыбы. Здесь вцепившийся глохидий действует на ткани тела рыбы, подобно занозе: на теле рыбы образуется опухоль, внутри которой личинка продолжает в безопасности развиваться за счет соков своего хозяина. Только месяца через два подросшая и изменившаяся за это время личинка ракушки покидает рыбу и начинает самостоятельную жизнь.

Паразитический образ жизни личинок дает возможность малоподвижным беззубкам и перловицам при посредстве рыб расселяться по водоемам на далекое пространство.

Строение раковины двустворчатых моллюсков. Хотя раковина моллюсков сама по себе образование безжизненное (продукт выделения живых клеток мантии), однако в строении ее очень ясно отражаются многие биологические черты, характеризующие жизнь этих организмов.

На пустой раковине створки всегда принимают полураскрытое положение благодаря натяжению соединяющей их упругой связки. Таким же образом действует связка и у живой ракушки: створки приоткрываются без всяких усилий с ее стороны и остаются в таком положении, пока ракушка при помощи ноги спокойно держится на месте или медленно передвигается по дну. Но для того чтобы плотно захлопнуть раковину, ракушке приходится применять силу, сокращая свои замыкательные мышцы — переднюю и заднюю, прикрепленные концами к обеим створкам раковины (следы их прикрепления ясно видны в виде матовых округлых пятен на внутренней поверхности раковины, у переднего и заднего концов каждой створки).

На створках раковины легко найти самую выпуклую и вместе с тем самую старую ее часть — верхушку, или вершину, и идущие одна за другой дугообразные полосы годичного прироста. Образование этих полос зависит от того, что рост раковины в холодное, зимнее время сильно замедляется, а с наступлением тепла усиливается (ср. с годичными кольцами древесины). Доживают наши ракушки до 12—14 лет.

Каждая створка раковины состоит из трех слоев:

¹ Живых глохидиев для наблюдений можно непосредственно извлечь из жаберных складок самки, если, конечно, она не была умерщвлена нагреванием. В природе активное выбрасывание глохидиев из мантийной полости является рефлексом ракушки на ощущаемое ею приближение рыбы.

1) наружного темно-окрашенного органического слоя, напоминающего роговое вещество; 2) фарфоровидного слоя, в действительности состоящего из извести (в основном CaCO_3), и 3) перламутрового слоя, который также состоит из извести, откладывающейся здесь тончайшими слоями. Вследствие такого строения перламутровый слой отливают радужными цветами (подобно тому как отливают всеми цветами радуги тончайшие стенки мыльных пузырей или пятна нефти, разлившейся тонкой пленкой на поверхности воды).

Далее, рассматривая створки раковины, можно видеть, во-первых, что наиболее старые части раковины являются вместе с тем и более толстостенными, а наиболее молодая полоса прироста, образующая самый край раковины, оказывается и наиболее тонкой. Во-вторых, на более крупных, то есть более старых, ракушках и на их вершинах темный, органический слой часто оказывается разрушенным еще при жизни моллюска, обнажая здесь белый фарфоровидный слой. Все это зависит от того, что органический слой образуется только внешним краем мантии, то есть только на самой молодой полосе годовичного прироста, а известь выделяется всей лопастью мантии, отчего известковая раковина с каждым годом становится более толстой и более прочной.

Иногда на гладкой поверхности перламутра бывают заметны небольшие бугорки. Это значит, что здесь между живыми клетками мантии и раковиной забила какая-нибудь песчинка и мантия обволокла ее слоем перламутра. У наших обыкновенных ракушек слой перламутра бывает тонким и такие бугорки остаются очень маленькими. Но у тех двустворчатых моллюсков, у которых перламутр образует толстый слой, подобные бугорки обращаются в очень крупные красивые перлы (отсюда название «перловица»), или жемчужины, которые идут на различные ювелирные украшения.

Различия между беззубкой и перловицей. По своему общему строению перловица и беззубка очень сходны между собой, почему они и описывались здесь вместе. Однако по строению раковины мы можем

легко различить эти два отдельных рода, а вместе с тем понять и биологическое значение существующих между ними различий (см. рис. 104).

У речной перловицы раковина имеет более продолговатую форму, явственно суживающуюся к заднему концу; вместе с тем створки раковины у нее более толстые и прочные, с хорошо развитым перламутровым слоем (поэтому перловица во многих местностях служит предметом промысла: ее раковины идут на изготовление мелких бельевых перламутровых пуговиц). У беззубки по сравнению с перловицей раковина более округлая по очертаниям, более плоская и имеет менее толстые стенки (для фабрикации пуговиц она не пригодна).

Еще более заметно перловица и беззубка различаются между собой по способу соединения обеих створок раковины. У перловицы на месте соединения створок, ниже эластичного тяжа, имеется довольно сложный «замок» в виде особых зубцов, которые входят в соответствующие им углубления на другой створке. Благодаря такому приспособлению створки прочнее смыкаются между собой и уже не могут быть сдвинуты одна вперед, а другая назад. У беззубки таких зубцов нет (на что указывает и само ее название), и створки ее соединяются между собой менее прочно.

Значение этих различий будет понятно, если мы обратим внимание на то, что беззубка водится главным образом в стоячей воде озер, больших прудов и спокойных заводях рек, а перловица живет в текучей воде, где требуется более прочная и плотнее замыкающаяся раковина. Перед нами хороший пример дивергенции, или расхождения признаков у двух близких родов — расхождения, связанного с их расселением по водоемам двух разных типов, в которых «требования» среды оказались неодинаковыми.

Явления изменчивости. Зависимость строения тела от условий внешней среды очень ярко выражается у беззубок в изменчивости размеров и очертаний раковины. Встречая в различных водоемах неодинаковые формы беззубок, некоторые из прежних исследователей были склонны

придавать этим различиям значение видовых признаков и пытались подразделить линнеевский вид *Anodonta cygnea* («беззубка лебяжья, или изменчивая») на ряд самостоятельных видов, якобы приуроченных к различным речным системам. Однако оказалось, что в действительности такой приуроченности к определенному зоогеографическому ареалу¹ здесь не существует и что описанные формы — это только разновидности, возникающие под прямым воздействием изменившихся внешних условий (так называемые морфы).

Ракушки и вороны. Хотя прочная раковина, плотно замыкающаяся при малейшей тревоге, дает двустворчатым моллюскам, казалось бы, вполне надежную защиту, все же и у них имеются преследователи, способные добраться до их съедобного мягкого тела. Так, наши обыкновенные вороны на отмелях входят по брюхо в воду и отыскивают ракушек, а затем поднимаются со своей добычей в воздух и летят к лежащим на берегу камням или бревнам; здесь они бросают с высоты ракушку на камни или колотят ею по бревну, пока раковина не расколется. Таким образом, даже такое совершенное защитное приспособление, как прочная раковина, имеет только относительное значение: и она оправдывает себя, пока в природе нет преследователей, способных добывать ракушек на более глубоких местах и пока среди птиц только немногие виды, вроде вороны, могут разбивать крепкие створки раковины (пример, иллюстрирующий относительный характер защитных приспособлений у животных).

Дрейссена и ее особенности

Среди прочих пресноводных двустворчатых особое место занимает *дрейссена*, которая по своему систематическому положению и по своей биологии более близка к морским моллюскам, например к черноморской съедобной ракушке *мидии*.

Дрейссена — моллюск небольших размеров (до 3,5—4 см в длину) с очень ха-

рактерными очертаниями раковины, сильно заостренной к заднему концу (рис. 110). В отличие от других наших ракушек у взрослой дрейссены слабо развита нога, но имеются железы, которые выделяют вещество, превращающееся в воде в прочные нити — так называемый биссус; этими нитями дрейссена прикрепляется к различным подводным предметам, подобно многим морским двустворчатым (у беззубок и перловиц ниточки биссуса выделяются только в личиночной стадии и служат для прикрепления глохидия к телу рыбы).

Иначе идет у дрейссены и развитие потомства: из яичек выходят на волю микроскопических размеров свободноплавающие личинки (рис. 111), передвигающиеся с помощью ресничек и очень похожие на трохофор — личинок морских кольцецов (такой же вид имеют и личинки морских двустворчатых).

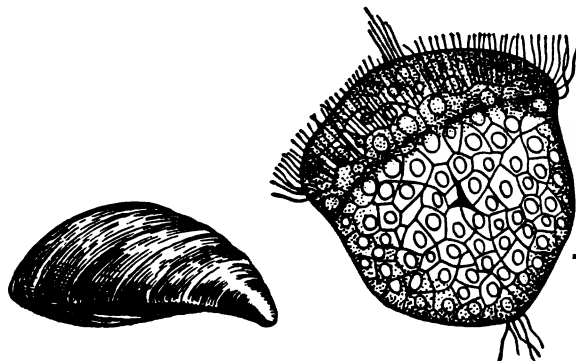


Рис. 110. Дрейссена. Рис. 111. Трохофора дрейссены (сильно увеличено).

Дрейссена впервые была открыта в XVIII столетии петербургским академиком Палласом в низовьях реки Урала; затем ее находили в наших южных реках, но в центре, например в Московской области, она до начала нашего века не встречалась. Позднее, особенно после сооружения новых каналов, дрейссены, прикрепляющиеся биссусом к подводной части судов, пассивно расселились почти повсюду и у нас и в Западной Европе, в частности, они обильно размножились в водохранилищах Подмосковья,

¹ Ареал — область обитания какого-либо вида или иной систематической группы.

Однако радоваться появлению этих новоселов не приходится: устилаемая собой подводные части гидротехнических сооружений, дрейсены засоряют предохранительные решетки и трубы гидроэлектростанций и водопроводов.

Другие двустворчатые и их промысловое значение

В классе пластинчатожаберных, или двустворчатых, моллюсков, к которому относятся рассмотренные нами пресноводные ракушки, насчитывается около 20 000 ныне живущих видов. Огромное большинство их населяет моря и океаны. Особенно многочисленны пластинчатожаберные в морях жаркого пояса. Условия жизни здесь иные, чем в спокойных заводях наших рек и озер. В береговой полосе моря, где движение волн прилива, приливов и отливов немедленно бы сорвало с места нашу ракушку и разбило ее о камни, у моллюсков должны были выработаться приспособления, при помощи которых они могли сопротивляться действию волн и держаться на месте. Это достигается у разных видов различными способами. Одни ракушки прикрепляются к камням и другим подводным предметам при помощи целого пучка нитей — биссуса (рис. 112); в древности шелководный биссус одного из средиземноморских моллюсков служил даже предметом промысла: из него изготовляли дорогие ткани, которые впоследствии были вытеснены шелком, проникшим в Европу с востока. Другие формы совершенно неподвижно прирастают к камням своей раковиной (устрицы, рис. 113); третьи внедряются в толщу известняков (камнеточцы и «морские финики») или в стволы попавших в воду деревьев (древоточцы, разрушительная деятельность которых являлась крупным препятствием для мореходства, когда суда были деревянными).

Некоторые виды глубоко зарываются в грунт, выставив наружу только концы

своих длинных сифонов, через которые мантийная полость сообщается с водной средой.

Гигантская *тридакна*, или *треуголка*, обитающая на коралловых отмелях в тропических морях, достигает 2 м длины и весит до 150 кг; створки раковины у нее очень массивны, и моллюска прижимает ко дну его огромный вес.

Наоборот, легкие *гребешки* (рис. 114), обладающие широкой и тонкой веерообразной раковиной, могут «перепархивать» в воде, хлопая своими створками. При таком подвижном образе жизни гребешки нуждаются в более развитых органах чувств, и у них развиты глаза, располо-

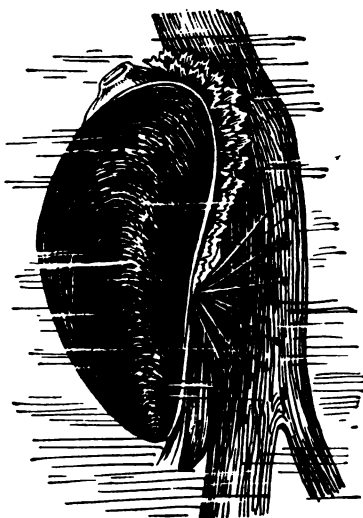


Рис. 112. Мидия, прикрепившаяся нитями биссуса.



Рис. 113. Устрицы (различного возраста).

женные на самой наружной части их животного тела — по краям мантии.

Съедобные ракушки. Многие из двустворчатых употребляются человеком в пищу. Еще в доисторические времена устрицы и некоторые другие морские ракушки являлись легкой добычей для первобытных жителей европейских побережий и истреблялись ими в огромных количествах; об этом говорят нам многочисленные «кухонные остатки» древнего человека, тянущиеся на многие километры

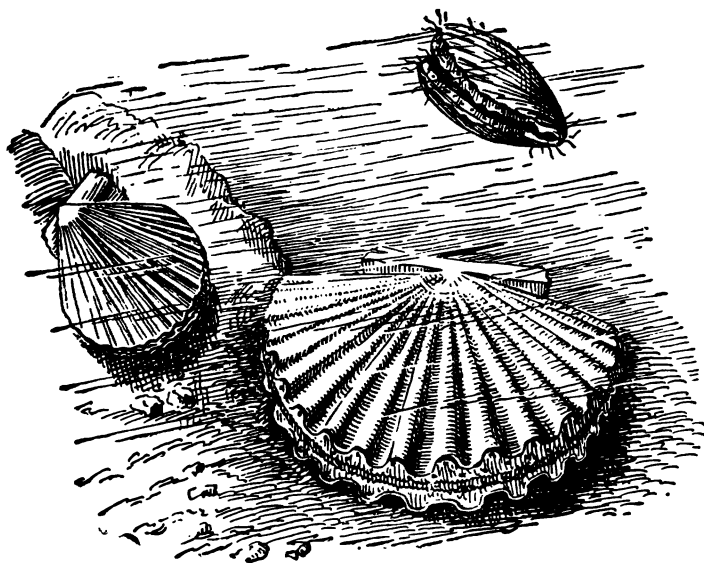


Рис. 114. Морские гребешки.

вдоль берегов Дании и состоящие главным образом из створок съеденных моллюсков и обглоданных костей различных животных. В настоящее время устрицы в огромном количестве потребляются в приморских странах Западной Европы и Америки.

Устричный промысел основан на том, что эти моллюски живут на небольшой глубине и совершенно неподвижно прирастают к подводным предметам левыми створками своих раковин (рис. 113). В настоящее время на Западе их разводят искусственно, устраивая для этого на отмелях особые «устричные парки» аналогично тому, как выращивают овощи на огородных грядках.

Один из видов устрицы водится у нас на отмелях Черного моря, где также делались попытки организовать устрицеводство. Кроме того, местные жители употребляют в пищу — частью в сыром, частью в вареном виде — и некоторых других пластинчатожаберных, преимущественно *мидий* (рис. 112). Особенно много поедается моллюсков (и пластинчатожаберных и других) в приморских городах Италии.

Морские гребешки. Появившийся с недавнего времени в наших гастрономах пи-

щевой продукт «морские гребешки» представляет собой отделенные и от раковины и от тела моллюска его замыкательные мышцы. Добываются у нас *гребешки* у берегов Сахалина, а в магазины они попадают либо в консервах, либо в замороженном состоянии. В разваренном виде этот продукт дает диетическое «белое» мясо, по вкусу напоминающее раков или крабов.

С биологической стороны гребешки являют собой полную противоположность устрицам: то раскрывая, то захлопывая створки раковины, они способны плавать, двигаясь резкими толчками или рывками. В связи с таким способом передвижения у них тонкая и легкая раковина, причем ее створки располагаются в горизонтальной плоскости (как и у неподвижных устриц) — правая занимает «брюшное» положение, а левая становится «спинной» (рис. 114). Выступающие из-под раковины края мантии оторочены бахромой из очень чувствительных щупалец, между которыми в количестве нескольких десятков расположены глаза, мелкие по размерам, но сложные по своему строению и даже способные к аккомодации.

Очень своеобразен у гребешков и механизм их передвижения. Не вдаваясь в подробности, скажем лишь, что благодаря особым приспособлениям в строении мантии и раковины при захлопывании створок реактивный толчок бросает гребешок не в сторону его замкового края, как это естественно было бы ожидать, а наоборот, в направлении свободного края створок, где расположены у него многочисленные глаза и щупальца¹.

Перламутр и жемчуг. Раковины моллюсков с более толстыми створками дают перламутр. На изготовление мелких бельевых пуговиц идут створки нашей обыкновенной речной перловицы, которая, таким образом, приобрела некоторое промысловое значение. Однако лучшие сорта перламутра доставляют толстостенные раковины морской *жемчужницы*, водящейся в морях тропического пояса.

¹ См.: С. А. Зернов, Общая гидробиология, М.—Л., Биомедгиз, 1934.



Рис. 115. Морской жемчуг внутри раковины.

У той же морской жемчужницы и у других ракушек, выделяющих перламутр толстым слоем, при раздражении отдельных участков мантии образуются на поверхности перламутрового слоя красивые округлые жемчужины (рис. 115), состоящие из того же материала и идущие на дорогие украшения (в зачаточном виде жемчужины можно обнаружить, как уже упоминалось, и на створках наших обыкновенных перловиц). Однако в былые времена жемчужный промысел был развит и в России по быстроводным рекам северных областей, где водится похожая на нашу обыкновенную перловицу *речная*

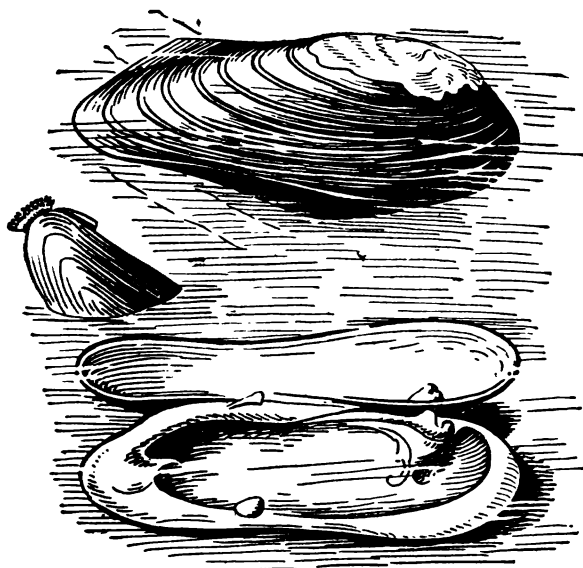


Рис. 116. Речная жемчужница.

жемчужница (рис. 116). В старой Руси речной жемчуг имел весьма обширное применение: им унизывались праздничные женские наряды, украшались наиболее почитаемые иконы и торжественные облачения высших духовных лиц. Еще в 1860 году русского жемчуга было вывезено за границу на 182 000 рублей, но уже через десять лет жемчуга было вывезено только на 1500 рублей. В настоящее время в результате хищнического лова, а также благодаря появлению красивого и дешевого поддельного жемчуга промысел речной жемчужницы у нас на Севере отошел в область прошлого.

КЛАСС БРЮХОНОГИХ

Класс брюхоногих составляет самую обширную группу среди типа моллюсков, в которой насчитывается около 90 000 видов. Огромное большинство брюхоногих живет в морях, но немало среди них также форм сухопутных и пресноводных. С наиболее характерными особенностями брюхоногих моллюсков можно ознакомиться на наших обыкновенных наземных и пресноводных улитках.

Наземные улитки

Летом на листьях растений часто встречаются различные улитки, обладающие спирально закрученной раковиной (рис. 117). Более крупный вид — *виноградная улитка* — водится у нас на Украине (до Киева), в Крыму и на Кавказе; там она наносит вред виноградникам, объедая наряду с другой зеленью молодые отпрыски

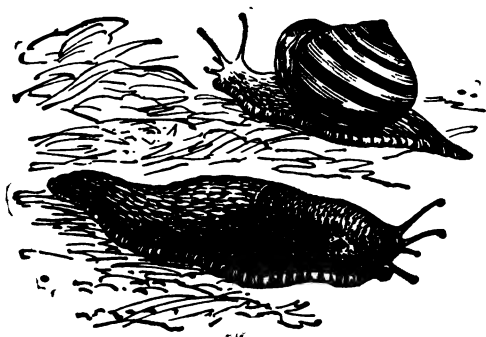


Рис. 117. Лесная улитка и лесной слизень.

винограда. В других областях живут мелкие виды улиток, по общему строению похожие на виноградную улитку.

Внешнее строение. На ползущей улитке хорошо видно, что ее мускулистый орган передвижения — нога — занимает всю брюшную поверхность тела, отсюда и название класса брюхоногих. Если улитка ползет по стеклу, можно видеть, как по нижней поверхности ее «подошвы» пробегают волны мышечных сокращений отдельных участков ноги и как улитка увлажняет свой путь, выделяя клейкую слизь. Покрытая слизью подошва улитки может плотно соприкоснуться с шероховатой поверхностью почвы или коры и, действуя подобно присоске, позволяет улитке взбираться по вертикальным стволам деревьев или держаться на нижней стороне листа. Кроме того, прослойка слизи предохраняет тонкую кожу подошвы от поранений: улитка ползает, собственного говоря, не по земле, не по коре и не по поверхности

листа, а по мягкому ковру из выделяемой ею самой слизи.

На переднем конце тела у улитки обособлена голова. На голове сидят две пары щупалец. Более короткие щупальца первой пары служат органом обоняния, а на концах длинных щупалец находятся глаза. Когда улитка обеспокоена, она

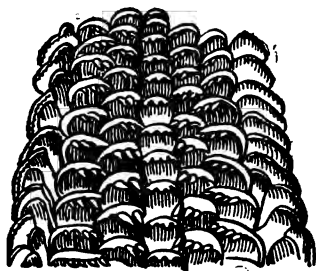


Рис. 118. Терка (радула) улитки.

втягивает свои щупальца внутрь, наподобие вдавленных внутрь пальцев на пустой перчатке.

На нижней стороне головы помещается рот. Работу его можно видеть, если ползущей по стеклу улитке пустить навстречу каплю сладкого сахарного раствора (еще лучше можно наблюдать ее у пресноводной улитки прудовика, когда она соскабливает со стенок аквариума налет зеленых водорослей). В лупу мы можем рассмотреть движения язычка,двигающегося в различных направлениях и вооруженного особой теркой (рис. 118). Терка состоит из многочисленных мелких зубчиков, обращенных остриями назад, и действует наподобие напильника-рашпиля, применяемого при обработке дерева. Язычком улитки скоблят кожу и мякоть листьев или других растительных органов, которыми они питаются; кроме того, прижимая язычок к верхней, хитиновой челюсти, улитки могут также отрывать и кусочки листьев.

Кроме головы и ноги, все остальное тело улитки всегда остается внутри раковины, которая, как и у двустворчатых моллюсков, представляет собой твердое выделение наружной стороны мантии, одевающей тело моллюска. Самая старая часть раковины — это ее верхушка; по мере дальнейшего роста улитки нарастают и края ее раковины; они становятся и более широкими и постоянно образуют спиральные обороты. В зависимости от такой формы раковины заключенные внутри нее части тела имеют несимметричное строение и по своей общей форме и по расположению внутренних органов.

Легочное дыхание. Мантийная полость у улитки открывается с правой стороны тела. Улитка дышит атмосферным воздухом, и поэтому жабр в мантийной полости у нее нет, а дыхательный газообмен совершается в самой мантии, пронизанной кровеносными сосудами. Такой тип дыхания, когда газообмен происходит через стенки дыхательной полости, в которую входит воздух, называется легочным дыханием, а те улитки, у которых мантийная полость выполняет функции легкого, составляют особый *подкласс легочных*.

Летняя и зимняя спячка. При наступлении засушливой погоды улитка втягивает свое тело в глубь раковины, выделяет твердеющую на воздухе слизь, затягивает ею отверстие раковины и приклеивает края раковины к той поверхности, на которой она сидит. При полной неподвижности животного жизненные процессы в его теле замедляются, а плотная закупорка раковины предохраняет тело от высыхания, и многие улитки в состоянии летней спячки способны пробыть в течение нескольких месяцев, пока не наступит благоприятная для их жизни сырая погода. На зиму улитки зарываются в рыхлую землю и заделывают отверстие своей раковины крепкой, но вместе с тем пористой, пропускающей воздух известковой крышечкой.

Размножение улиток. Все легочные улитки — обоеполые существа (гермафродиты), но, подобно дождевым червям, размножаться могут только при условии перекрестного осеменения. Свои яички улитки откладывают в землю.

Голые слизни

Кроме улиток, обладающих раковиной, к тому же подклассу легочных брюхоногих принадлежат также голые слизни, которым в знойные дни приходится укрываться где-нибудь под камнями, под валяющимися на земле досками, поделеньями или грудами различных остатков. Только в сырую погоду или по ночам мы можем видеть их в деятельном состоянии, ползущими по земле или поедающими мякоть растений. Наиболее часто попадаетесь сравнительно небольшой сероватого цвета *полевой слизень* — опасный вредитель полевых посевов и огородных культур. Питаясь различными растительными объектами, слизень поедает всходы озими, портит капусту и другие огородные овощи; нередко мы находим его и на различных грибах, в которых он выедает глубокие впадины. В лесах мы можем встретить также очень крупного — до 15 см длиной — красновато-бурого *лесного слизня* (рис. 117).

Строение тела слизня. Строением головы и ноги голые слизни очень похожи на

других наземных улиток (отсюда наивное представление, будто слизень — это улитка, которая выползла из своего «домика»). Но, в отличие от прочих улиток, мантия у слизня покрывает только незначительную часть его тела в виде овального выпуклого возвышения на спинной стороне и известковой раковины на ней не образуется.

В таком виде мантия не может служить защитным покровом, а только образует стенку дыхательной полости, или легкого, куда ведет дыхательное отверстие, расположенное с правой стороны.

На первый взгляд тело слизня, в отличие от других улиток, кажется двусторонне-несимметричным; однако и положение его дыхательного отверстия и расположение внутренних органов показывают, что симметрия в строении слизня нарушена так же, как и у улиток, обладающих раковиной, которые, очевидно, и были его предками.

Мясистое тело слизня, не защищенное ни раковиной, ни какими-либо едкими и пахучими веществами, служит лакомой добычей для целого ряда мелких хищников, сдерживающих чрезмерное размножение вредителя и этим оказывающих большую услугу земледельцу. Понятно, что при ночном образе жизни слизня преследователями его оказываются главным образом ночные животные: ежи, землеройки, жабы, жуки-жужелицы.

Размножение слизня. Ранней весной, переворачивая на полях отдельные комья земли и различные обломки или выдергивая с корнями остатки прошлогоднего жнивья, можно найти отложенные еще прошлым летом кладки яичек слизня в виде беловатых, полупрозрачных студенистых комочков, похожих на рыбью икру. Уже в мае из них выходят маленькие слизняки и начинают поедать растительность. К осени, отложив яички, взрослые полевые слизни умирают.

Яйца слизня, не защищенные плотной скорлупой, как, например, яйца насекомых, легко погибают от сухости. Отсюда понятно, что свои яйца слизни должны откладывать в укромных местах и что более благоприятными для слизня являются годы с дождливым летом и сырой,

прохладной весной. В такие годы — особенно, если они повторяются подряд два или три раза, — и происходит массовое появление полевого слизня, вызывающее необходимость борьбы с этим вредителем.

Меры борьбы с полевым слизнем. Отсутствие раковины и связанные с этим особенности в образе жизни подсказывают и меры борьбы с полевым слизнем. Слизень не защищен раковиной, значит, голое тело его доступно губительному действию едких веществ, как например негашеная известь, размельченный и смешанный с песком железный купорос или даже печная зола. Но слизи выходят на кормежку только к ночи или в сырую погоду, — значит, именно в такое время (особенно после туманов) их и можно уничтожить, рассыпая по земле какое-нибудь из указанных едких веществ. Днем слизи прячутся под лежащими на поверхности земли предметами, и значит, если нарочно разложить по краям посева пучки ботвы или полосы из старой негодной рогожи, то слизи к утру заберутся под эти предметы, тогда их легко собрать и уничтожить, скормив курам или свиньям¹. К осени слизи откладывают яйца, укрывая их под комьями земли и под корнями растений, — значит, лущение жнивья, то есть его легкая вспашка, вообще полезная для улучшения качества почвы, либо раздавит яйца слизней, либо вынесет их на поверхность и поставит в условия, неблагоприятные для их развития².

Прудовики и катушки

Среди наших моллюсков есть около двух десятков видов, которые, подобно другим легочным улиткам, дышат атмосферным воздухом, но обитают в воде: в прудах, озерах, болотах, канавах и медленно текущих речках. Среди подкласса

¹ Следует, однако, иметь в виду, что слизи являются промежуточными хозяевами для одного цепня (*Davainea*), ленточная форма которого паразитирует в кишечнике кур, и, следовательно, могут оказаться источником заражения птиц давленозом.

² Подробно о слизнях см.: И. М. Лихарев, Слизни — вредители сельского хозяйства, изд. АН СССР, 1954 (строение, биология, причиняемый вред, меры борьбы, определитель видов).

легочных брюхоногих они составляют особое семейство *прудовых улиток*, или *прудовиков* (цветн. табл. I).

Прудовики. Особенно часто попадает на глаза *большой прудовик* — крупная улитка, обладающая завитой раковиной, которая конусообразно заостряется к вершине. Эгих прудовиков можно видеть и на поверхности пруда, причем подошва ноги у них бывает в это время обращена кверху, а раковина свешивается вниз. Они хорошо уживаются в аквариуме, и здесь легко рассмотреть их внешнее строение и наблюдать их жизнь.

В отличие от наземных улиток, у прудовых улиток глаза сидят не на конце щупалец, а у их основания.

Особенно следует обратить внимание на то, как прудовик выползает на поверхность воды, как он здесь держится и как обновляет запас воздуха в своем легком. Наблюдая снаружи за прудовиком, ползущим по стенке аквариума, можно хорошо рассмотреть (особенно через лупу), как он поедает налет водорослей, который появляется на стенке сосуда, соскабливая его особой «теркой», расположенной на поверхности языка (таким именно способом и прудовые и наземные улитки выедают мякоть растений).

Нередко на стенках банки, в которой содержатся прудовики, можно бывает заметить кладки их яичек в виде прозрачных студенистых «колбасок». Тогда при помощи лупы можно рассмотреть развивающегося зародыша и наблюдать его вращательные движения.

На молоди обыкновенного прудовика была экспериментально показана зависимость роста улиток от объема водовместилища (при равных условиях химического состава воды, температуры и питания): при малом объеме воды рост идет медленнее. Так, в 100 см³ воды через 65 дней раковинки достигли только 6 мм, тогда как в 2000 см³ улиточки (из той же кладки и за тот же срок) имели в длину 18 мм, то есть втрое больше (подобный опыт легко повторить).

Один из видов прудовиков — *малый прудовик*, имеющий не более 1 см в длину и по временам вылезающий из воды на берег или на растения, причиняет хотя и

косвенный, но очень значительный вред нашему животноводству: это тот самый моллюск, который служит промежуточным хозяином для печеночного сосальщика.

Катушки. Кроме прудовиков, в наших стоячих водоемах очень обыкновенны также улитки *катушки*, составляющие другой род того же семейства (рис. 119). По



Рис. 119. Большая, или роговая, катушка.

форме своей раковины они резко отличаются от прудовиков (она у катушек не заостренная, а свернутая в виде плоской спирали), но по основным признакам строения и по образу жизни и те и другие сходны между собой.

У наиболее крупного вида — *роговой катушки* (цветн. табл. I) — диаметр раковины достигает 25—32 мм; прочие наши виды катушек (более полутора десятков) значительно мельче.

Задания для наблюдений. Прудовики и катушки постоянно встречаются в прудах; поэтому учащимся могут быть даны некоторые задания для самостоятельных наблюдений над ними, как например:

1) Выясните, встречаются ли плавающие на поверхности улитки равномерно на всей площади пруда или же только в определенных местах. Чем объясняется наблюдаемое явление?

2) Потревожьте прудовика, плавающего в аквариуме на поверхности воды, и решите вопрос, вследствие чего он опускается на дно. Всегда ли при этом он выпускает из легкого воздух, а если не всегда, то чем объяснить его погружение?

3) Если на стенках аквариума с прудовиками и катушками заметите отложенную икру, то отсадите взрослых улиток (они могут съесть свое потомство!) и через лупу следите за развитием зародыша. Обратите внимание на форму зародыша, на его вращательное движение и на сокращение сердца.

Переднежаберные улитки

Лужанка-живородка. В озерах и прудах с более чистой водой на илистом дне можно найти в большом количестве довольно крупных улиток *лужанок* (цветн. табл. I, рис. 120). Их легко узнать по твердой округлой крышечке, которой втянувшая свое тело улитка закрывает отверстие раковины, а также по форме самой раковины: она не заостряется к вершине, как у прудовиков, а более округлая.

В отличие от прудовиков и катушек, лужанки почти все время держатся на дне или на подводных растениях, так как дыхание у них жаберное и им нет необходимости подниматься на поверхность. Органом дыхания у них служит гребневидной формы жабра, которая помещается в мантийной полости. Так как жабра образует многочисленные выросты (напоминая в



Рис. 120. Лужанка.

этом отношении жабры рыб), то ее общая поверхность, через которую может совершаться газообмен, оказывается достаточно большой.

Жабренное дыхание делает лужанку более зависимой от качества воды по сравнению с легочными моллюсками, поэтому в загрязненных прудах лужанки не водятся, а в аквариуме за ними нужен более заботливый уход, чем за прудовиками и катушками.

Поверхность раковины у лужанок очень часто оказывается обросшей налетом зеленых водорослей. Так как эти водоросли на свету разлагают углекислоту и обогащают воду кислородом, то их присутствие, несомненно, приносит выгоду моллюску, имеющему жабренное дыхание. Кроме того, под зеленым пушком водорослей лужанка становится менее заметной для своих врагов. В свою очередь, водоросль потребляет выделяемую моллюском углекислоту, и, таким образом, выгода от сожительства моллюска с водорослью оказывается взаимной: этот случай можно рассматривать как пример симбиоза.

В отличие от легочных улиток, лужанки раздельнополы. Самки их не откладывают икры, а рожают маленьких улиточек. Эти улиточки отличаются от взрослых не только по размерам, но и по форме: поверхность раковины у них покрыта торчащими в стороны жесткими щетинками.

У самцов правое щупальце на голове короткое и толстое; через него проходит конец семепровода, и, следовательно, этот орган имеет важное значение в половой жизни животного — во время спаривания.

Морские улитки

Общее число видов наших пресноводных улиток оказывается совершенно ничтожным по сравнению с огромным количеством разнообразных форм брюхоногих моллюсков, населяющих моря и океаны: там их насчитывается около 90 000 видов.

По основным признакам строения морские моллюски более или менее близки к нашей пресноводной лужанке: так же, как и лужанка, они имеют жабренное дыхание и у большинства их тело покрыто

спирально закрученной раковиной. Но, как мы уже многократно видели, строение каждого животного должно соответствовать той жизненной обстановке, в которой оно живет, а условия жизни в морях, конечно, иные, чем в наших тихих прудах и озерах. Поэтому у морских брюхоногих мы найдем ряд особенностей, отличающих их от наших пресноводных форм (вспомним различия между пресноводными полипами-гидрами и полипами, живущими в морях).

Большинство морских улиток живет в береговой полосе, особенно в береговой полосе тропических морей. Там им приходится держаться среди камней и водорослей, подвергаясь действию приливов и отливов и действию берегового прибоя. Понятно, что у моллюсков, которые живут в этих условиях, должны были выработаться соответствующие приспособления, без которых их существование здесь было бы невозможным.

Некоторые прибрежные улитки обладают очень широкой подошвой ноги и раковиной в форме мелкого блюдечка. Благодаря такому строению моллюск тесно прижимается к камню и волны не в силах его оторвать. У других форм раковина закручена спиралью, как у наших улиток, но стенки ее очень толсты и прочны, а ино-

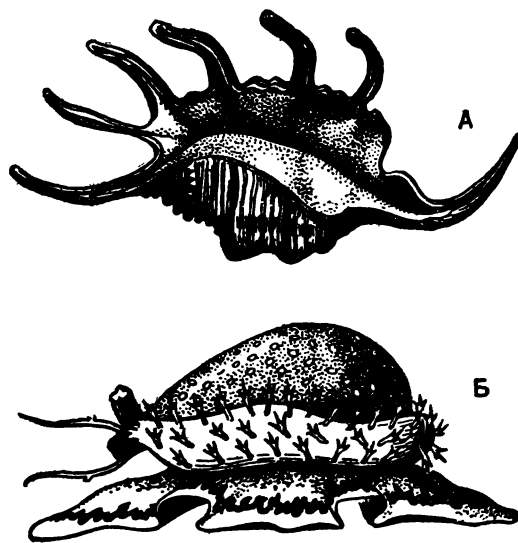


Рис. 121. Морские переднежаберные улитки:
А — морской коготь; Б — ципрея, или ужовка.

гда, кроме того, снабжены шипами и отростками (рис. 121, А), которые не дают волнам опрокидывать моллюсков и служат как бы якорями, позволяющими им удерживаться на месте. Наконец, имеются моллюски, у которых раковина особенно прочная и толстая, но вместе с тем совершенно гладкая и имеющая яйцевидную форму (рис. 121, Б). Если такой моллюск оторвется от грунта, то его раковина может без вреда для себя перекачаться по отмели вместе с галькой, то есть с окатанными прибоем округлыми камешками¹.

Только те морские виды, которые или способны плавать, или водятся на более

значительной глубине, куда не доходит движение волн, имеют более тонкую раковину. Часто такие раковины снаружи отливают голубоватым перламутровым блеском, который в толще зеленовато-голубой морской воды делает их менее заметными для хищников.

Раковины морских брюхоногих благодаря их красоте и разнообразию служат предметом промысла и идут на различные украшения. В разных приморских странах многие виды брюхоногих употребляются местными жителями в пищу (а в Западной Европе едят в вареном или жареном виде и наземных виноградных улиток).

КЛАСС ГОЛОВОНОГИХ

К классу *головоногих* принадлежат моллюски, обладающие наиболее высокой организацией. Название «головоногие» означает, что мускулистый орган движения — нога — помещается у них на головном отделе тела. Здесь нога образует целый венец щупалец, или «рук», которые служат животному и для передвижения и для схватывания добычи.

Распространение головоногих. Головоногие — подвижные морские хищники с хорошо развитыми органами чувств, причем некоторые виды их достигают огромных размеров. В настоящее время они составляют сравнительно небольшую группу, в которой насчитывается около 600 видов.

Из современных животных к классу головоногих относятся *каракатицы*, *кальмары*, *осьминоги* (цветн. табл. II).

¹ Такие «фарфоровые» раковинки *ужовок* иногда можно увидеть на старомодных рамках и шкатулочках, кое-где еще сохранившихся в нашем домашнем быту. А более крупные раковины брюхоногих из тропических морей в былые времена применялись в качестве пепельниц. При возможности следует использовать такие предметы в школе, обратив внимание учащихся на толщину и прочность раковин морских улиток и сравнив их с этой стороны с нашими лужанками.

Обитают головоногие исключительно в морях, и притом в таких, где вода не опресняется впадающими в них реками. У наших берегов головоногие встречаются только в Баренцевом море и на Дальнем Востоке.

Гораздо многочисленнее и разнообразнее были головоногие в прежние геологические эры, и в ископаемом состоянии они в огромном количестве встречаются во многих областях нашего Союза.

Поэтому, если и в данном случае следовать принципу «от близкого к далекому» и начинать ознакомление с классом головоногих с конкретного местного материала, то исходным моментом, организующим интерес к этой группе животного мира, может быть названа экскурсия на геологическое обнажение юрской или меловой системы и выяснение природы встречающихся там ископаемых остатков.

Значение геологической экскурсии. Таким путем — в порядке внеклассной работы в виде экскурсий и летних краеведческих походов — можно подвести школьников к ознакомлению с высшей группой из типа моллюсков, ныне отсутствующей в школьных программах. Экскурсия на геологическое обнажение будет ценна не только тем, что учащиеся смогут увидеть



Рис. 122.
«Чертов
палец».

на месте залегания, а затем и собрать для коллекции палеонтологические объекты, — еще более важно обеспечить идейно-воспитательную сторону такой экскурсии, ее эмоциональное воздействие на учащихся. Важно, чтобы учащиеся не просто искали и собирали раковины, а осознали, что они стоят здесь на дне моря, когда-то широко простиравшегося вокруг и покрывавшего всю прилегающую область, что под ногами у них подлинны остатки животных, которые населяли это море. Важно напомнить учащимся, как далеко от данной местности отстоят современные моря, и показать им на том же обнажении, какие мощные толщи глин и песков успели нагромоздиться здесь уже поверх древних морских отложений, — тогда учащиеся непосредственно почувствуют всю огромность геологических масштабов времени тех периодов, измеряемых десятками и сотнями миллионов лет, в течение которых так неузнаваемо изменилась природа данной местности и всей нашей страны.

Аммониты и белемниты. Среди остатков вымерших моллюсков особенно привлекают к себе внимание спирально завитые раковины, иногда довольно крупных размеров, по форме похожие на бараний рог. Вместе с ними часто встречаются твердые каменные обломки в виде палочек, заостренные с одного конца, известные в народе под именем «чертовых пальцев» (рис. 122). Люди, чуждые естествознанию, иногда принимают спиральные раковины за «окаменевших змей», а «чертовы пальцы» называют также «громовыми стрелами», полагая, что они образовались в песке от ударившей в него молнии. На самом же деле такие ископаемые представляют собой остатки *аммонитов* и *белемнитов* — вымерших головоногих моллюсков, населявших моря мезозойской эры.

Что мы знаем о строении и жизни аммонитов. На первый взгляд раковина аммонитов по общей форме напоминает

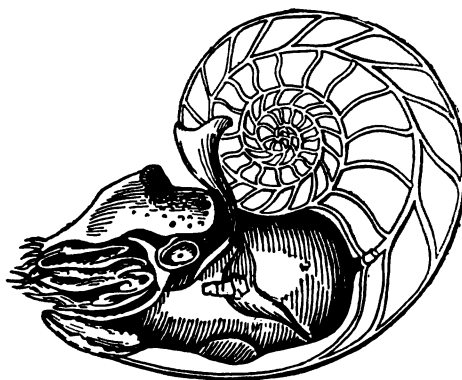


Рис. 123. Современный кораблик.

нашу пресноводную катушку. Однако в действительности строение ее совершенно иное, чем у брюхоногих: раковина аммонитов разделена извилистыми поперечными перегородками на целый ряд идущих одна за другой камер (следы этих перегородок иногда бывают хорошо заметны на боковых сторонах окаменелостей в виде причудливых зубчатых линий) ¹.

Подобного типа раковины с перегородками имеются теперь только у нескольких видов *корабликов*, живущих в некоторых областях Индийского и Тихого океанов, и по этим современным животным мы можем до некоторой степени судить о внешнем облике и образе жизни их вымерших родичей — аммонитов.

Раковина у кораблика также разделена на отдельные камеры, но только перегородки между камерами у него не волнистые, а гладкие (рис. 123). Тело животного помещается в самой передней, самой большой «жилой» камере; все остальные камеры бывают наполнены воздухом и имеют значение плавательного пузыря, который позволяет кораблику держаться на поверхности моря, несмотря на тяжелую известковую раковину. Чтобы погрузиться вниз, на дно, кораблик плотнее втягивает свое тело и уплотняет этим находящийся внутри раковины воздух (через все перегородки к вершине рако-

¹ После смерти моллюска пустая раковина заполняется илом. Позднее может разрушиться и сама раковина (углекислый кальций от действия воды, содержащей уголекислоту, переходит в растворимый двууглекислый кальций), и потому окаменелость представляет нам только внутренний слепок раковины — так называемое ядро. На таком ядре и выступает перед нами внутреннее строение раковины.

вины проходит трубка, связывающая тело моллюска со всеми камерами).

Такое многокамерное строение раковина получает по мере роста моллюска. У растущего кораблика тело постепенно продвигается в камере вперед; при этом передний конец раковины нарастает, увеличивая этим жилую камеру, а задний конец тела, отойдя от прежней стенки, выделяет новую перламутровую перегородку.

Брюшная сторона тела кораблика закрыта мантией и выпуклой стороной раковины (ср. с катушкой!). Ползая по дну, кораблик схватывает своими щупальцами различных ракообразных и поедает их, разгрызая сильными челюстями. Самая нижняя лопасть ноги свернута у кораблика в трубку и образует воронку, которая задним концом входит в мантийную полость. Когда животное с силой выталкивает через эту воронку воду из мантийной полости, то само от этого толчка движется в обратную сторону, то есть раковиной вперед (реактивное передвижение).

От общих с корабликами предков еще в палеозойскую эру началось развитие и близкой к ним группы аммонитов. У более древних форм перегородки между камерами были почти такие же гладкие, как и у корабликов, но у позднейших аммонитов они становятся все более и более сложными по форме, как это видно по извилистым линиям, заметным по бокам окаменелости (рис. 124).

В течение мезозойской эры аммониты дали огромное разнообразие форм, исчисляемое несколькими тысячами видов; среди них были и мелкие моллюски и животные крупных размеров — с тележное колесо и еще больше (рис. 125).

Ознакомление со строением раковины у аммонитов и сравнение ее с ныне живущим корабликом позволяет нам представить себе и образ жизни этих вымерших моллюсков. Благодаря тонкости стенок раковины и присутствию воздушных камер аммониты должны были обладать удельным весом, близким к весу воды, и потому, несомненно, могли плавать. Сложная, как бы изрытая форма поперечных перегородок, образующая множество вы-

ступов и углублений, была у аммонитов приспособлением, при котором соединение раковины с телом моллюска оказывалось более прочным. Благодаря такому строению аммониты, в отличие от корабликов, которые держатся в более спокойных глубинах моря, могли жить в бурной прибрежной полосе, не рискуя тем, что их тело будет вырвано из раковины. В недавние годы в юрских отложениях на Кубе были найдены два экземпляра аммонитов с сохранившимися отпечатками мягких частей. Эти находки показали, что голова у аммонитов несла на себе 8 щупалец, и дали возможность более полно и более точно представить себе внешний вид живых аммонитов.

Расцвет аммонитов приходится на середину мезозойской эры, а к началу новой — кайнозойской — эры они уже вымирают.

Строение и жизнь белемнитов. По одним только «чертовым пальцам» было бы невозможно представить себе, каковы были те животные, которым принадлежат эти ископаемые остатки. Однако,

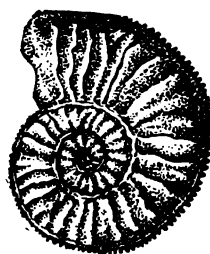


Рис. 124.
Юрский
аммонит.

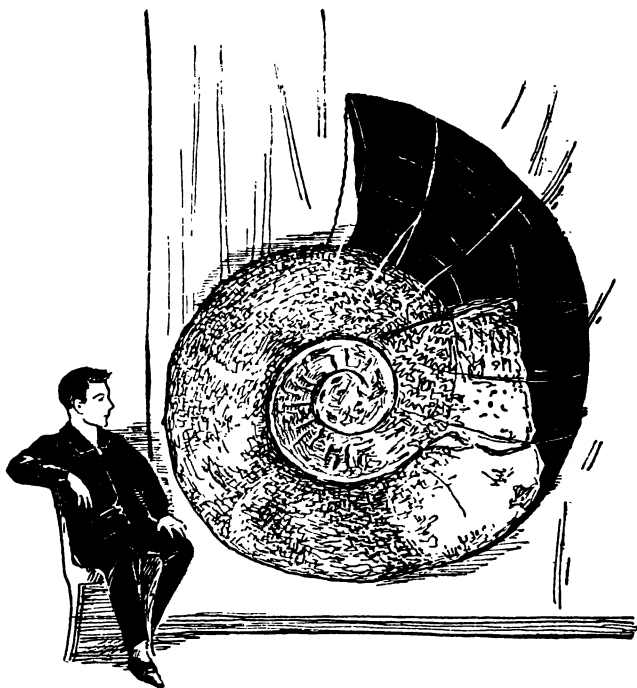


Рис. 125. Гигантский аммонит.



Рис. 126.
Полный
скелет
белемнита.

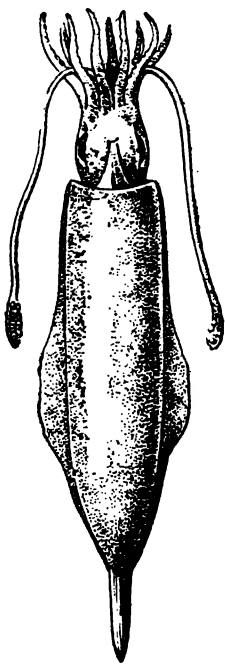


Рис. 127.
Белемнит
(реставрация).

кроме этих бесчисленных мелких обломков, были находимы и целые, но распавшиеся на части скелеты этих животных (рис. 126), иногда даже и с отпечатками самого тела, которое после смерти было затянато песком, впоследствии обратившимся в твердый песчаник. Эти счастливые находки показали, что «чертовы пальцы» представляют собой обломки скелета вымерших головоногих моллюсков, которые по своему строению были близки к современным каракатицам и кальмарам (рис. 127).

И каракатицы и кальмары по образу жизни напоминают рыб. *Каракатиц* можно сравнить с теми рыбами, которые держатся на дне. Подобно донным рыбам, они имеют приплюснутую форму тела, и окраска их хорошо подходит к окружающей их обстановке. Они довольно медленно плавают при помощи своих боковых плавников, которыми справа и слева оторочено их туловище; движению помогают и обращенные вниз «руки», действующие тогда наподобие весел. Этими длинными «руками», на которых находятся крепкие присоски, каракатица схватывает свою добычу, а затем передает ее более коротким щупальцам, которые своими многочисленными присосками удерживают добычу и направляют ее ко рту, вооруженному сильными челюстями.

При помощи своих «рук» каракатица может также переползать по дну или по камням. Кроме того, каракатица может плавать и быстрыми толчками, резким движением выталкивая воду из своей мантийной полости. При помощи такого обратного толчка каракатица движется задним концом

тела вперед и может быстро уйти от опасности; при этом она выпускает из особого «чернильного мешка» темную, непрозрачную жидкость, которая, как дымовая завеса, скрывает каракатицу от глаз преследователя.

Наружной раковины у каракатицы нет, но в спинной части тела, под кожей, имеется легкая и плоская известковая пластинка — видоизмененная раковина, имеющая здесь значение уже не наружного, а внутреннего скелета (ее называют «костью» каракатицы).

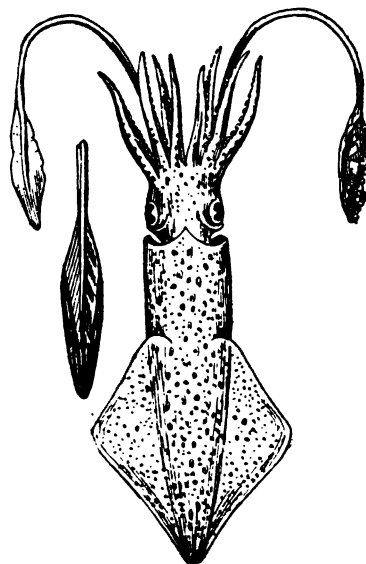


Рис. 128. Современный кальмар и (слева) его «перо» (остаток внутренней раковины).

В отличие от каракатиц, *кальмары* (рис. 128) имеют тело цилиндрической формы с более сильными боковыми плавниками и по образу жизни приближаются уже не к донным, а к верхонплавающим рыбам. Они обладают и более легким скелетом: их внутренняя раковина состоит только из органического слоя, имеющего вид тонкой и гибкой роговой пластинки.

Вымершие белемниты, как это видно по сохранившимся отпечаткам, общей формой своего тела напоминают современных кальмаров и, очевидно, были такими же проворными морскими хищниками (рис. 127); сохранились в ископаемом

состоянии и следы существовавшего у них чернильного мешка. Основное же отличие их от современных головоногих состоит в том, что их внутренний скелет, оканчивающийся сзади «чертовым пальцем», был развит гораздо сильнее, чем у кальмаров и каракатиц, — он был более прочным, чем у современных форм, но зато и более тяжелым и неподвижным.

Причины вымирания аммонитов и белемнитов. По своей организации подвижные морские хищники — головоногие моллюски — стоят выше «безголовых» и малоподвижных двустворчатых ракушек и медлительных брюхоногих моллюсков.

Поэтому на первый взгляд может показаться странным и неожиданным то соотношение между высшими и низшими группами типа моллюсков, которое сложилось в современной фауне, где процветающими оказываются низшие группы моллюсков — брюхоногие и двустворчатые (более 100 000 видов!), тогда как среди головоногих уже к началу новой эры вымерли ранее процветавшие группы цератитов, аммонитов и белемнитов, а число оставшихся в живых не достигает и 600 видов.

Процветание низших групп моллюсков объясняется тем, что брюхоногие и двустворчатые, с одной стороны, и головоногие — с другой, вовсе не являются конкурентами и занимают в природе совершенно различные места, или «жизненные ниши»: брюхоногие и особенно двустворчатые питаются совсем иным кормом, чем головоногие, и в буквальном смысле «ушли в свою раковину», устранившись этим от прямой борьбы с высшими организмами; поэтому их и не могли вытеснить головоногие, которые ведут другой образ жизни.

В свою очередь, головоногие царили в морях и океанах в те времена, когда их конкурентами, то есть такими же морскими хищниками, были только хрящевые рыбы, обладавшие гибким, но не очень прочным скелетом. Когда же к концу мезозойской эры появились костистые рыбы, тогда более неуклюжие головоногие должны были уступить им свое место: легко понять, что аммониты с их громоздкой раковиной или белемниты с их прочным,

но не податливым скелетом не могли выдержать состязания с такими быстрыми в своих движениях хищниками, как костистые рыбы, обладающие скелетом гибким и в то же время прочным. В результате к началу новой, кайнозойской эры быстро вымерли и аммониты и белемниты, а костистые рыбы дали огромное многообразие форм и заняли господствующее положение и в морях, и в реках, и в озерах.

Можно ли считать головоногих вымирающей группой

Головоногие в современной фауне. Свой расцвет класс головоногих пережил в мезозойскую эру. С тех пор целиком вымерла обширная многообразная группа аммонитов (около 6000 ископаемых видов); исчезли и белемниты, оставившие о себе память в виде «чертовых пальцев», и в фауне современных морей насчитывается всего лишь 570 видов головоногих — количество незначительное по сравнению с числом известных палеонтологам ископаемых форм.

Однако было бы ошибкой делать отсюда вывод, что в современных головоногих следует видеть доживающих свой век «живых ископаемых»: что-то вроде тех примитивных австралийских млекопитающих, которые сохранили свое существование только благодаря давней изоляции обитаемого ими материка. Настоящими «живыми ископаемыми» среди головоногих можно признать только корабликов — более примитивных четырехжаберных головоногих, обитающих в тропических морях и почти не изменившихся за сотни миллионов лет современ палеозоя. Что же касается другого подкласса — двужаберных головоногих, куда относятся каракатицы, кальмары и осьминоги, то эти группы отнюдь не обнаруживают признаков угнетения или дегенерации и широко распространены в океанах и морях обоих полушарий, хотя приурочены главным образом к тропическому и субтропическому поясу и не могут существовать в водах с пониженной соленостью (поэтому они отсутствуют в Балтийском и Черном морях).

Среди них есть и придонные формы — осьминоги и каракатицы — и формы пе-

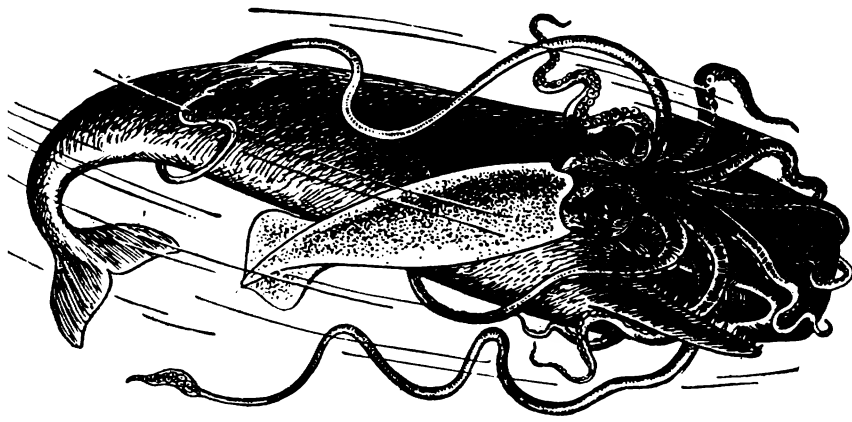


Рис. 129. Схватка кашалота с гигантским кальмаром.

лагические, свободноплавающие в толще воды и быстрые в своих движениях, — кальмары. Одни из них размерами чуть побольше горошины, а гигантский кальмар *архитеутис* с вытянутыми вперед щупальцами достигает в длину 18 м. Это самое крупное животное среди всех беспозвоночных (рис. 129).

Многие виды головоногих встречаются в морях в огромных количествах и с давних пор служат предметом промысла в качестве пищевого продукта.

Чем же обусловлена жизненность современных двужаберных головоногих? Главная особенность, отличающая процветающих ныне головоногих от их вымерших родичей, состоит в том, что их тело либо в значительной мере разгрузилось от неподатливого известкового скелета, либо совершенно его утратило.

У *каракатиц*, ведущих придонный образ жизни, раковина сохранилась только в виде легкой овальной известковой пластинки с небольшим заострением на заднем конце («кость сепии»), заложенной под покровами тела на спинной стороне¹. У более подвижных *кальмаров* от той же внутренней раковины остался только легкий и гибкий роговой стержень, иногда именуемый «пером» (вспомним наружный слой раковины у беззубки). Что же касается *спругов*, или *осьминогов*, то они уже совершенно утратили скелет, и это

¹ Единственное исключение — небольшой род *Spirula* — мелкие родичи каракатиц, живущие в глубинах тропических океанов и сохраняющие спирально извитую раковинку, которая, однако, им явно «не по мерке» и остается в теле моллюска только в качестве рудимента (рис. 130).

дало им возможность, попеременно сокращая отдельные участки тела, пролезать через очень узкие расщелины среди камней морского дна, где они обыкновенно скрываются.

Выражаясь фигурально, можно сказать, что на последнем этапе своего исторического развития головоногие были вынуждены «отказаться» от скелета, предоставив усовершенствование этого органа (уже на иных началах) другой группе животного мира — позвоночным,

и в первую очередь рыбам, а сами пошли по иному пути развития, который и обеспечил им жизненное процветание, поставив их на более высокую ступень организации.

Нервная система и органы чувств. Особенно важное значение для процветания современных головоногих имело значительное усовершенствование их нервной системы и ее центральной части («мозга») и всей системы анализаторов — органов чувств, связывающих организм животного с окружающим миром.

Нервные узлы у современных двужаберных головоногих очень крупны, тесно сближены между собой и образуют массу нервной ткани — высокоразвитый «головной мозг», включающий в себя окологлоточное кольцо и заключенный в хрящевую капсулу, аналогичную черепной коробке у позвоночных (рис. 131; для сравнения вспомним нервную систему беззубки!).

Глаза у головоногих по совершенству своего строения не уступают человеческим и также способны к аккомодации — к «наводке на фокус», подобно камере фотоаппарата (замечательный пример кон-

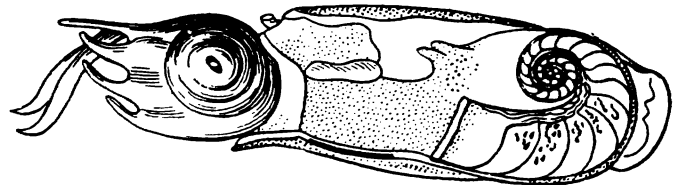


Рис. 130. Спирула.

Через тело просвечивает раковина, превратившаяся во внутренний скелет.

вергенции у существ, относящихся к далекому между собой типам).

Под глазами расположена пара очень чувствительных обонятельных ямок. Внутри черепной капсулы расположена пара статочистов, позволяющих «невесомым» в водной среде моллюскам поддерживать при плавании нормальное положение тела; они же служат и органами слуха, совершенно аналогичными соответствующим и сходно расположенным слуховым пузырькам рыб — внутреннему уху позвоночных.

Средства нападения и защиты. Высокой организации нервной системы и анализаторов, связывающих ее с внешним миром, соответствует у головоногих и совершенство всего комплекса органов защиты и нападения, которыми обладают эти крупные и мелкие морские хищники, в свою очередь находящиеся под постоянной угрозой нападения со стороны других охотников до живой добычи.

И в том, и в другом случае для хищника необходима способность к скорости движений. Хотя придонные формы головоногих могут перебираться по дну при помощи своих ног-щупалец, а кальмары при плавании пользуются своими боковыми плавниками, все же основным и наиболее характерным способом передвижения для этих животных является движение обратными толчками, когда моллюск с большой силой выбрасывает из мантийной полости воду через воронку (видоизмененная часть «ноги»), направленную к головному отделу тела. При таком способе передвижения стройные кальмары даже и по внешней форме становятся настоящими «живыми ракетами». А так как воронка у них способна и поворачиваться, то движение тела может быть направлено и в противоположную сторону, то есть в данном случае уже головой вперед, что делает этих животных еще более ловкими и увертливыми (для сравнения вспомним двусторчатых и брюхоногих!).

Для овладения добычей и ее поедания головоногим служат многочисленные присоски, которыми усеяны с внутренней стороны их мускулистые щупальца, и челюстной аппарат в виде крепкого клюва, по форме похожего на клюв попугая.

Когда же головоногое само оказывается объектом преследования, то и в таких случаях оно располагает целым арсеналом средств активной защиты.

Прежде всего наблюдателей поражает способность головоногих мгновенно изменять свою окраску, либо маскируясь на фоне дна, либо, наоборот, отпугивая преследователя внезапностью появления яркой расцветки.

С давних пор была известна также способность головоногих скрываться за дымовой завесой, но только наблюдениями над кальмарами было обнаружено, что преследуемый моллюск не сразу мутит воду своей чернильной жидкостью, а проявляет гораздо более совершенную защитную реакцию. Прежде всего его окраска становится более темной и еще более приметной для хищника, а затем он выбрасывает из чернильного мешка его содержимое, но не в виде расплывающейся в воде темной краски, а в форме темного тела, в котором чернильная жидкость заключена в тонкостенную пленку и которое в таком виде представляет собой грубое подобие тела самого кальмара. Таким образом преследуемый моллюск как бы подменяет себя своим макетом, или «чернильным чучелом», на которое и устремляется хищник, в то время как сам моллюск быстро принимает бледную окраску и уходит из поля зрения преследователя. Хищник легко настигает подброшенное ему «чучело» кальмара и разрушает одевавшую его тончайшую пленку; чернильная жидкость расплывается в воде и при этом не только скрывает от глаз преследователя ускользнувшую от него добычу, но содержащимся в ней наркотическим веществом лишает его чувства обоняния; ясно, что при таких условиях дальнейшее преследование ускользнувшего головононого становится уже невозможным: моллюск спасен.

У многих видов современных головоногих встречается и ряд других защитных приспособлений: светящиеся органы, выделение светящейся слизи, а у молодежи одного средиземноморского осьминога жгутиче обрывки медуз используются в качестве защитного оружия.

Головоногие — «приматы моря». Как известно, «приматами» Линней назвал

высшую группу животного царства, куда он отнес и высокоодаренных антропоидных обезьян и самого человека. Ближайшее ознакомление с высшими моллюсками, с многообразием и совершенством их приспособительных особенностей, а, кроме того, еще и сложностью их поведения, иногда напоминающего действия разумного существа и обусловленного высоким развитием центральной нервной системы, дает основание видеть в этой группе беспозвоночных своего рода «приматов морского царства», то есть существа, по уровню своего развития не уступающие обезьянам среди наземных позвоночных.

Из всех головоногих наибольшую «смышленость» обнаруживают в своем поведении осьминоги — животные, которые не пошли по пути одностороннего приспособления к быстрому передвижению. При этом они более разнообразно и более ловко действуют своими щупальцами — «руками» — и для овладения добычей, и для передвижения, и для сооружения хотя бы примитивных убежищ, тогда как щупальца у кальмаров и каракатиц более узко специализированы (одна пара приспособлена к захватыванию добычи, а остальные служат рулями и стабилизаторами при плавании).

Еще в известной «Жизни животных» А. Э. Брэма мы находим яркое описание того, как осьминог охотился на омара и овладел им, несмотря на препятствия. Автор, которого цитирует здесь Брэм, в результате своих наблюдений приходит к выводу, что в данном случае поведение осьминога выходит за рамки инстинктивных действий, свойственных представителям животного мира, и пишет: «Броситься на видимую добычу было бы действием инстинкта, но напасть на врага, который находится вне поля зрения... кажется мне несомненно чем-то большим; это есть, несомненно, признак рассудка».

Как известно, авторы прошлого столетия были склонны к антропоморфическим представлениям об «уме» животных, однако и позднейшие наблюдатели и экспериментаторы приводят убедительные данные, которые свидетельствуют о способности осьминогов целесообразно применяться к изменяющимся обстоятельствам,

об опытах выработки у них прочных условных рефлексов, о возможности их дрессировки и приручения.

И в полном согласии с приведенными из книги Брэма наблюдениями вековой давности современный американский зоолог Дж. Клинджел пишет: «Головоногие весьма близко подошли к уровню умственного развития, высшим критерием которого является человеческий интеллект».

Конечно, аналогию между осьминогами и высшими приматами животного мира не следует преувеличивать и тем паче искать среди головоногих кандидатов для предстоящего «очеловечения». Среда жизни для головоногих ограничена морской водой с определенной концентрацией солей; к этим условиям и приспособлена вся их организация, а высокий уровень развития их психики позволил им отстоять свое место среди других морских животных рядом с низшими позвоночными — рыбами, которые вытеснили их более отсталых сородичей — аммонитов и белемнитов, но и сами остались на невысоком уровне по развитию центрального органа нервной системы — «головного мозга».

В этих особенностях, по-видимому, и заключается «секрет» процветания современных представителей древнего класса головоногих моллюсков среди всего многообразия других групп морской фауны, в том числе и костистых рыб — высшей и наиболее богато представленной группы этого класса позвоночных. И хотя для большей части территории нашей Родины головоногие представляют собой только экзотический материал, а встретиться с ними лицом к лицу могут у нас только жители отдаленных побережий (Мурманск, Дальний Восток), мы отводим им место в нашей книге, учитывая и интереснейшие биологические особенности этой группы, занимающей своеобразное место в фауне морей и океанов, и возможные перспективы их промыслового использования¹.

¹ Вниманию читателя рекомендуется живо написанная книга И. Акимовича «Приматы моря» (М., Географиз, 1963), излагающая сведения по биологии современных головоногих по литературным источникам и по наблюдениям и экспериментам самого автора.

Общие признаки моллюсков

При всех внешних различиях между двустворчатыми, брюхоногими и головоногими у всех этих животных можно уловить один общий тип организации, характерный для всех моллюсков и отличающий их от всех других типов животного мира.

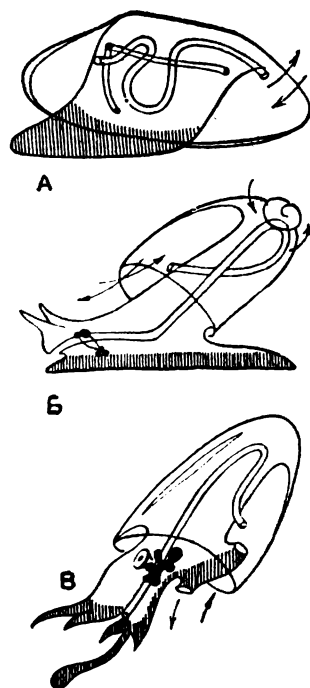
Тело у моллюсков несегментированно. В отличие от червей, передвижение производится не всем телом, а только особой его частью — мускулистой ногой. Остальные части тела, которые сами не участвуют в механизме передвижения, бывают либо целиком, либо частично прикрыты складкой кожи — мантией, которая у огромного большинства форм выделяет известковую раковину; в связи с этим покровы тела остаются мягкими (*тип мягкотелых*). Раковина обыкновенно служит моллюску защитным наружным панцирем; она же позволила одному отряду брюхоногих освоить условия наземной среды, предохраняя животных от высыхания (наземные улитки). В других случаях (у большинства современных головоногих) раковина обрастает сверху мягкими тканями и видоизменяется, образуя уже не наружный панцирь, а внутреннюю опору, или внутренний скелет (рис. 131).

Между мантией и самим телом остается мантийная полость, в которой совершается дыхательный газообмен либо при помощи особых выростов тела — жабр, либо при помощи легких, образуемых стенками мантийной полости.

Во внутреннем строении моллюсков также имеется ряд общих признаков, характерных для всего типа. В кровеносной системе у них обособляется центральный орган — сердце. Оно находится внутри окологердечной полости, которая представляет собой видоизменение полости тела. Центральная нервная система состоит из нескольких двойных нервных узлов, соединенных парными нервными тяжами. У малоподвижных двустворчатых моллюсков головной узел не крупнее остальных, но у брюхоногих и особенно у головоногих, ведущих более деятельный образ жизни,

Рис. 131. Схема строения тела моллюсков, выделяющая общие признаки этого типа:

А — двустворчатый, Б — брюхоногий и В — головоногий моллюски. Заштрихованная часть тела — нога, извитая трубка — кишечник, зачернены нервные узлы и тяжи. Стрелки показывают направление тока воды, входящей в полость мантии и выходящей из нее.



головной, или мозговой, узел и связанные с ним органы чувств развиты гораздо сильнее.

Общее происхождение моллюсков и кольчатых червей. Раковины моллюсков встречаются в самых древних отложениях палеозойской эры, а это значит, что в природе они появились еще раньше и поэтому палеонтология не дает нам ответа на вопрос, откуда же ведет свое начало вся эта обширная группа. Здесь, как и в вопросе о происхождении кольчатых червей, приходит на помощь метод эмбриологический, позволяющий судить об отдаленных предках данного животного по его зародышевым и личиночным фазам (биогенетический закон Мюллера — Геккеля), который, устанавливая сходство зародышей у животных, принадлежащих к различным группам, говорит об их кровном родстве.

Посмотрим, что же может дать для выяснения родословной истории моллюсков ход развития их зародышей и личинок.

Паразитические личинки глоссоидии, о которых была речь в главе о беззубке и перловице, составляют особенность только пресноводных ракушек. У всех же морских двустворчатых ракушек (а вместе с

ними и у нашей пресноводной дрейссены — см. стр. 122), а также и у морских брюхоногих личинки имеют иное строение и ведут свободноплавающий образ жизни.

Тело у этих крошечных личинок округлое с венчиком подвижных ресничек, при помощи которых личинка плавает в воде (рис. 111). У наших пресноводных улиток подобное строение имеют зародыши, находящиеся еще внутри оболочек яйца (объект для непосредственных наблюдений через стекло аквариума).

Свободноплавающие личинки моллюсков оказываются очень похожими на трохофор — личинок морских первичных червей-кольцецов (рис. 101). Характерные различия между моллюском и кольчатый червем начинают обнаруживаться только при дальнейшем развитии этих личинок: у личинок кольцецов начинается постепенно вытягиваться длинное членистое тело, а у личинок моллюсков образуется раковина и зачаток ноги.

Поэтому зоологи считают, что сходство личинок моллюсков с трохофорами кольцецов нельзя считать простой случайностью. Оно свидетельствует о том, что и кольцецы и моллюски имеют общее происхождение и что их общими предками были такие организмы, о строении которых мы можем судить по личинкам современных кольцецов и моллюсков (выше, на стр. 113, указывалось, что черты сходства с трохофорами имеются и у наших современных коловраток).

Дальнейшая эволюция этих древних трохофорообразных животных пошла уже по различным путям и привела к различным результатам. При этом расхождение линий развития имело начало еще в протерозойскую эру, так как среди самых древних из дошедших до нас ископаемых остатков есть уже отпечатки тел кольцецов и раковин моллюсков.

Общие черты в строении моллюсков и кольцецов. Сравнительная близость между моллюсками и кольчатыми червями выражается еще в том, что при всех крупных различиях в строении взрослых форм обеих групп имеются и некоторые общие черты. И у моллюсков и у кольцецов есть полость тела, выделительные органы и у

тех и у других имеют форму парных трубок, ведущих из полости тела наружу, и у тех и у других главные кровеносные сосуды расположены на спинной стороне, а нервная система состоит из нескольких двойных нервных узлов, соединенных между собой нервными тяжами.

Моллюски в истории Земли

Моллюски и круговорот извести. Наряду с кораллами и раковинными корненожками моллюски принимают видное участие в процессе круговорота извести.

Организм моллюска получает из воды растворенные в ней известковые соли и затем преобразует их в нерастворимый углекислый кальций, из которого слой за слоем образуется его раковина. Моллюски живут и умирают, а раковины из года в год и из тысячелетия в тысячелетие накапливаются на дне водных бассейнов. Проходят десятки и сотни тысяч лет, изменяются очертания морских берегов, а

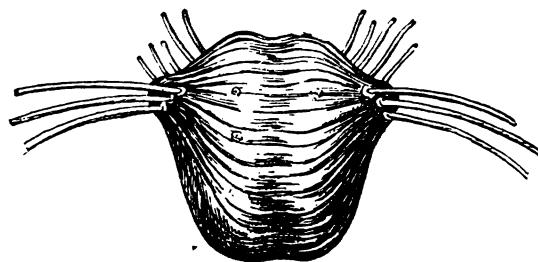


Рис. 132. Раковина продуктуса.

из отложений, накопившихся на дне прежних морей, образуются мощные пласты известняков.

Здесь, на суше, под действием почвенной воды, содержащей углекислоту, известняки постепенно разрушаются: углекислый кальций постепенно переходит в растворимый двууглекислый кальций, который выносится родниками в реки и моря и там дает материал для образования скелетных частей новых животных организмов.

Все ли ископаемые раковины принадлежат моллюскам? Как уже отмечалось в

статье о мшанках (см. стр. 114), в палеозойских отложениях в больших количествах и в большом разнообразии форм встречаются также двустворчатые раковины вымерших плеченогих (рис. 132). От раковин двустворчатых моллюсков они отличаются тем, что створки у них не боковые — не правая и левая, а брюшная и спинная. Слово «плеченогие» (*Brachiopoda*) составлено по аналогии с названиями «брюхоногие» и «головоногие», оно появилось в науке еще в ту пору, когда зоологи причисляли эту группу к типу моллюсков. Однако сходство их с ракушками оказалось чисто поверхностным (пример конвергенции), и современная наука сближает их не с моллюсками, а с мшанками (у которых, как мы видели, обнаруживается конвергентное сходство с полипами) и объединяет их в особый *тип щупальцевых* (*Tentaculata*), или *червеобразных* (*Vermioidea*).

«Руководящие ископаемые». Раковины моллюсков и плеченогих хорошо сохраняют свою форму в ископаемом состоянии и встречаются в осадочных горных породах в огромных количествах. При этом для каждого геологического периода и для его более мелких подразделений характерны свои виды, которые не встречаются ни в более ранних, ни в более поздних отложениях.

Поэтому для геолога остатки моллюсков и плеченогих служат **«руководящими ископаемыми»**, по которым он может определить геологи-

ческий возраст исследуемой горной породы.

Ископаемые раковины и легенда о «всемирном потопе». В прежние времена, когда еще не существовало науки геологии, изучающей строение и изменения земной коры, происхождение ископаемых раковин не могло получить правильного объяснения. В них видели действительное подтверждение библейского рассказа о «всемирном потопе», которым будто бы разгневанный творец истребил всех нераскаявшихся грешников и который продолжался около сорока дней.

Однако как только началось научное изучение животного мира в пластах земной коры, обнаружилась и полная нелепость старой библейской легенды. Во-первых, само строение пластов, в которых содержатся окаменелости, показывает, что эти слои откладывались медленно, в течение огромных периодов времени, а вовсе не были внезапно вынесены водой из морских глубин. Во-вторых, изучение животного населения современных морей показало, что среди него уже нет тех форм, которые встречаются в ископаемом состоянии.

Таким образом, здесь, как и во всех других случаях, попытка согласовать научные факты с учением религии оказалась безуспешной: и геология и зоология опровергают все старые легенды о **«сотворении мира»**, о **«всемирном потопе»** и о **«постоянстве существующих форм животных»**.

Как показывает само название, к типу членистоногих относятся животные, которые передвигаются при помощи парных конечностей — ног, разделенных на подвижные членики и поэтому способных сгибаться в суставах. Тело у членистоногих в основе также имеет членистое строение, хотя у некоторых форм (у пауков и клещей) отдельные членики сливаются между собой и их нельзя различить при наружном осмотре; наиболее ясно членистое строение заметно у мокриц, многоножек и насекомых.

Такое строение тела сближает членистоногих с кольчатыми червями, с которыми у них имеется много общих признаков и в их внутренней организации — в общем расположении главных органов — и особенно в строении нервной системы. Однако, в отличие от кольчатых червей, все тело членистоногих, так же как и их конечности, одето плотной и не способной растягиваться кутикулой из особого вещества, которое называется хитином. Этот хитин, хорошо защищающий тело от царапин и повреждений, служит вместе с тем и наружным скелетом, к которому изнутри прикрепляются мышцы; поэтому членистоногие оказываются способными к быстрым и резким движениям. Вместе с тем плотный хитиновый покров может защитить тело от высыхания; благодаря такому свойству хитина наиболее крупные группы членистоногих могли пе-

рейти к наземному образу жизни и дать в этих условиях огромное многообразие и ползающих и летающих форм.

Отдельные классы, составляющие тип членистоногих, легко можно различить по их характерным внешним признакам, и в частности по числу конечностей. Если членистоногое имеет две пары усиков на голове и много ножек и если при этом оно живет в воде или в сырых местах, то перед нами представитель *класса ракообразных* (см. рис. 149). Если на голове усиков нет, а ходильных ножек четыре пары, то такое животное относится к *классу паукообразных* (сюда относятся пауки, скорпионы, клещи). У представителей *класса многоножек* (см. рис. 175—179) тело длинное и состоит из большого количества однообразных члеников; у них есть одна пара усиков, а число ходильных ног не менее 15 пар (за редкими исключениями; см. рис. 175, 179).

Наконец, для *класса насекомых* характерно наличие одной пары усиков и трех пар ножек; кроме того, у огромного большинства насекомых во взрослом состоянии имеются также и крылья.

Членистоногие — самая обширная группа среди всего животного мира. Особенно большое многообразие в классе насекомых, где количество отдельных видов достигает миллиона.

Речной рак

Речные раки (рис. 133) водятся в реках, речках и озерах с илистым дном и обрывистыми берегами¹. Здесь под камнями, под корягами или под корнями прибрежных растений раки клешнями вырывают себе норки и в дневное время обыкновенно скрываются в этих убежищах. С наступлением темноты раки становятся более подвижными и выходят добывать себе корм.

Передвижение и питание. В поисках пищи рак медленно ползает по дну, пошевеливая своими длинными усами; передвигается он тогда при помощи четырех пар ходильных ног, а свои длинные конечности, вооруженные сильными клешнями, он держит наготове в приподнятом положении и хватает ими подвернувшуюся по дороге добычу (эти же клешни служат раку и органом защиты, и он может очень чувствительно ущемить ими палец неосторожного ловца). Темная, грязно-бурая окраска на фоне илистого дна, да еще при сумеречном освещении, делает рака незаметным и для более крупных хищников и для тех животных, которыми он сам питается.

Когда раков варят для еды, у них изменяется цвет внешних покровов — они становятся красными (отсюда выражение: «покраснел как рак»). Происходит это потому, что красящие вещества (пигменты), содержащиеся в покровах рака, при кипячении разрушаются, за исключением одного красного пигмента. Этот пигмент есть и у живого рака, но там цвет его заглушается другими красящими веществами, которые в общей сложности и придают раку темную, защитную окраску (испытайте, что получится, если к крас-

¹ Речные раки Европейской части СССР относятся к двум близким между собой видам. Западнее, в реках бассейна Балтийского моря, водится *широкопалый*, или *благородный*, рак с более широким телом и массивными клешнями, а на востоке широко распространен *узкопалый рак* с клешнями более вытянутой формы. При общем сходстве образа жизни широкопалый рак более подвижен и более плодовит; поэтому, проникая (по каналам) на запад, он вытесняет там «благородного» рака (яркий пример межвидовой борьбы).

ной акварельной краске примешать желтой и синей краски).

Если ползущего рака что-нибудь беспокоит, он быстро пятится назад, отталкиваясь своими клешнями; затем он резким движением подгибает под себя задний конец тела — свое членистое брюшко, которое заканчивается веерообразным плавником, и благодаря этому быстрыми толчками плывет также в обратном направлении — головой назад.

Кормятся раки самой разнообразной пищей. Они охотятся за всякой мелкой живностью, которую могут захватить клешнями, и поедают мертвых животных. Запах разлагающейся мертвечины они чуют уже издали, и на этой их способности основан способ лова раков при помощи особого несложного снаряда — рачешни, или рачни. Рачешня — это неглубокая плоскодонная сеть, поддерживаемая двумя проволочными обручами; к дну рачешни привязывают кусок тухлого мяса или рыбы и на бечевке опускают ее в вертикальном положении на дно. Привлекаемые запахом тухлого мяса, раки скоро набираются в сеть, и там, где их много, десятком рачешен можно в течение нескольких минут добыть до 400—600 раков.

Питаются раки также и растительной пищей — водорослями, побегами тростника.

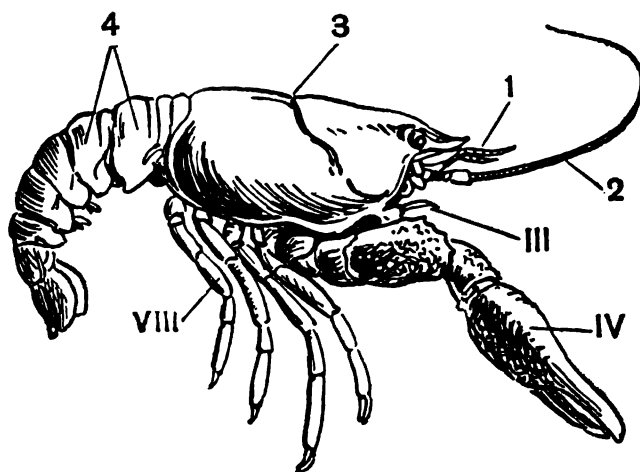


Рис. 133. Речной рак — вид сбоку:

1 — антеннула; 2 — антенна; 3 — борозда, отделяющая голову от груди, III, IV, VIII — грудные конечности (III = 3-я ногочелюсть); 4 — сегменты брюшка,

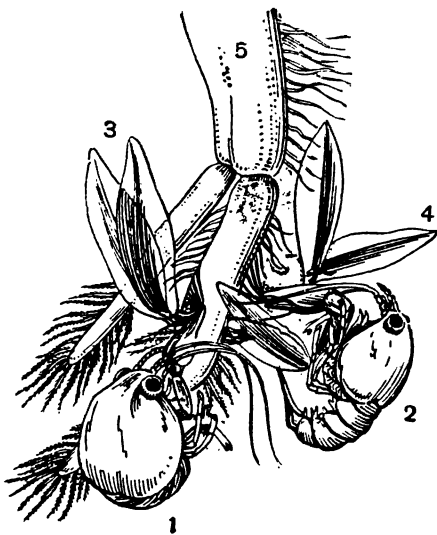


Рис. 134. Рачата (1 и 2), только что вылупившиеся из яйцевых скорлупок (3 и 4) и прикрепившиеся к брюшной ножке матери (5) (увеличено).

Размножение, рост и линька. Зимой раки забираются в более глубокие места и укрываются там в норах. Самки в это время откладывают яйца, приклеивая их к своим коротким брюшным ножкам. Пошевеливая этими ножками, сидящие в норке самки подгоняют к яйцам свежую воду, необходимую для дыхания зародышей. В начале лета из яиц вылупляются маленькие рачата, в общем похожие на своих родителей, и прицепляются обеими клешнями все к тем же брюшным ножкам матери, которая еще долго носит их под своей охраной (рис. 134). Такой врожденный инстинкт «заботы о потомстве» имеет большое значение для сохранения вида, так как врагов у рачьей молодежи много, а яиц самки откладывают сравнительно небольшое количество (штук 60—200).

Хитиновый покров, да еще пропитанный известковыми солями, не способен растягиваться подобно нашей эластичной коже, и растущий рак должен подвергаться линьке, то есть время от времени сбрасывать свою твердую кутикулу, под которой у него заранее образуется новая, более просторная. В первые годы жизни рак линяет часто и быстро растет, а с пятилетнего возраста он подвергается лишь-

ке уже не чаще одного раза в год, и потому дальнейший рост его идет очень медленно. Живут раки до 15—20 лет и достигают величины 20—25 см.

Первые 2—3 дня после линьки покровы рака остаются еще мягкими и сделавшийся почти беззащитным рак держится это время в норке; затем его наружный скелет твердеет благодаря отложению в нем известковых солей. Необходимый для этого запас извести накапливается в теле рака заблаговременно в виде пары круглых чечевицеобразных «жерновков», образующихся в стенках желудка и исчезающих оттуда после линьки рака.

В старину эти жерновки называли также «рачьими глазами» и без всякого основания приписывали им целебную силу.

Регенерация конечностей. Иногда линька проходит очень трудно для рака: он, не будучи в силах освободиться из старой кожи свою клешню или ходильную ногу, обрывает ее. Но поврежденная конечность способна к регенерации, поэтому-то и попадают раки, у которых одна клешня меньше другой. Иногда рак при помощи особого мускульного усилия отламывает свою клешню и в тех случаях, когда ему грозит опасность; при этом конечность, несущая клешню, обрывается всегда на определенном месте — на втором членике (такое спасательное для животного самокалечение встречается и в других группах животного мира, например у ящериц).

Жаберное дыхание рака. Рак живет в воде, и дыхание у него жаберное. Если смотреть на рака сверху, грудная часть его кажется расширенной. Здесь твердый щит, покрывающий спину рака, образует справа и слева выросты, спускающиеся по бокам тела таким образом, что между ними и боковыми стенками самого тела с каждой стороны остается глубокая пазуха. Если боковой край щита отрезать, под ним в этой пазухе обнаружатся жаберы — бахромчатые выросты, отходящие от основания конечностей (рис. 135). Боковые жаберные крышки, образуемые панцирем, защищают эти нежные органы от возможных повреждений (рис. 136). Благодаря тем же крышкам вынутые из воды раки могут по нескольку дней оста-

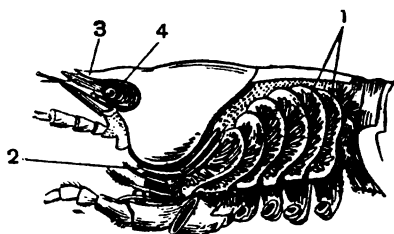


Рис. 135. Жабры речного рака:

1 — жабры; 2 — ковшичек; 3 — щип; 4 — глаз.

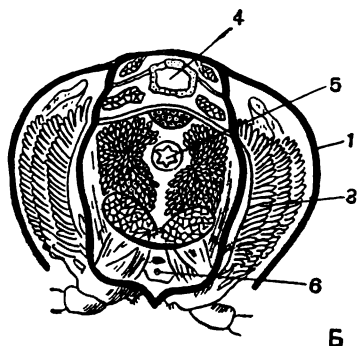
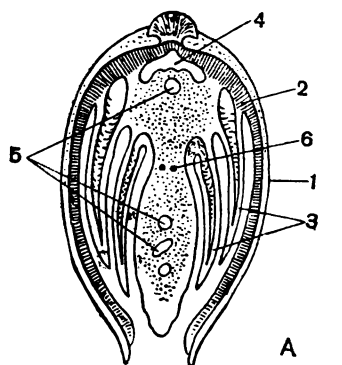


Рис. 136. Сравнение поперечных разрезов ракушки (А) и речного рака (В) — схема:

1 — раковина (у моллюска) и хитиновый панцирь (у рака); 2 — мантия у моллюска; 3 — жабры; 4 — сердце; 5 — кишечник; 6 — нервные тяжи.

ваться живыми, пока жабры у них находятся во влажном состоянии (поэтому раков, привозимых на продажу, сохраняют живыми в корзинах с сочными побегами крапивы, которые препятствуют их высыханию).

Вода проходит через жаберную полость и омывает жабры благодаря особому при-

способлению у переднего конца жаберных крышек. Здесь, на нижней стороне головы, расположены задние челюсти, снабженные пластинками, изогнутыми наподобие маленького ковшичка. Эти «ковшички» у живого рака все время двигаются вперед и назад и таким образом постоянно вычерпывают воду из жаберной полости. На смену этой воде сзади поступает свежая вода и приносит к жабрам кислород (ср. с жаберным аппаратом двусторчатых моллюсков).

Основные особенности строения тела рака. У рака, в отличие от кольчатых червей, ясное разделение на отдельные членики, или сегменты, имеет только задний отдел тела — брюшко, иногда неправильно называемое «хвостом» или «шейкой». Поэтому брюшко у рака обладает подвижностью и легко сгибается при плавании, тогда как передняя и средняя части тела как бы закованы в один общий панцирь и образуют головогрудь. Легко видеть, что каждый членик брюшка (кроме самого последнего) несет по паре конечностей — двуветвистых ножек, из которых ножки последней пары оказываются плоскими и широкими в связи с выполнением ими функций хвостового плавника. Таким образом, каждая пара конечностей соответствует одному членику брюшка.

Но парные конечности имеются не только на члениках брюшка, но и на головогрудь, вплоть до самого переднего конца, где они представлены двумя парами усиков. Они расположены двойным непрерывным рядом по всей длине тела рака, хотя на различных его участках сильно различаются между собой и по форме, и по величине, и по своим функциям. Если, как это мы видели на брюшке рака, каждая пара конечностей соответствует отдельному членику, то из этого следует, что не только брюшко, но и все тело рака в основе имеет членистое строение, но только в области головогрудь отдельные сегменты плотно спаялись между собой. Всего на теле рака можно насчитать 19 пар конечностей (5 головных — усики и челюсти, 8 грудных — ногочелюсти, клешнеподобные и ходильные ноги — и 6 брюшных — плавательные ножки); следовательно, в основе оно состоит из 20 сег-

ментов (вспомним, что последний членик брюшка не несет конечностей).

Следовательно, тело рака, как и тело дождевого червя, имеет метамерное строение. Однако у червей кольцевидные отдельные сегменты тела почти повторяют друг друга, а у рака (как и у других членистоногих) различные отделы тела более дифференцированы, то есть заметно отличаются друг от друга и по своей форме и по своим отправлениям. Мы находим у рака более значительное разнообразие органов и приспособлений, а в связи с этим и более сложное поведение, чем у червя; поэтому членистые придатки тела рака — его конечности и усики — заслуживают того, чтобы рассмотреть их более подробно. Именно на этом доступном и достаточно крупном объекте

всего лучше может быть раскрыта одна важная закономерность, установленная еще в первой половине прошлого столетия и сыгравшая немаловажную роль в развитии идеи изменчивости строения животных.

Как раз на основе изучения ракообразных крупный французский зоолог первой половины XIX века Анри Мильн-Эдвардс высказал положение, гласящее, что более высокая степень организации в животном мире выражается в «разделении физиологического труда» между различными частями организма, причем такая дифференциро-

ка применительно к новым функциям осуществляется путем видоизменения тех органов, которыми уже обладают животные данной группы, построенные по единому общему «плану» (заметим, что сам Мильн-Эдвардс не был эволюционистом и «план» он понимал метафизически; позднее положение о смене функций — уже в историческом понимании — вошло в систему дарвинизма).

В свете этой руководящей идеи мы и рассмотрим в последовательном порядке конечности рака¹.

Отделять конечности от тела (рис. 137) следует начиная с последних сегментов брюшка и идя к голове, а не наоборот, так как окологлоточные конечности (челюсти и ногочелюсти) прикрываются тесно налегающими на них конечностями следующих пар и без удаления этих последних до них невозможно добраться.

Отпрепарированные конечности — для удобства их сравнения — надо в последовательном порядке, одну за другой, наклеить столярным или казеиновым клеем (но только не жидким канторским!) на полосу картона или плотной бумаги, обозначив и перенумеровав головные, грудные и брюшные придатки.

Брюшко и его придатки. Типичная брюшная ножка начинается основным двучленистым стволиком, а затем разделяется на две ветви — наружную и внутреннюю. Из тех же самых частей состоят ножки и последней пары, но здесь обе веточки обратились в широкие лопасти, образующие боковые части хвостового плавника (среднюю его часть составляет последний сегмент брюшка, уже не несущий конечностей). Резким движением изгибая свое мускулистое брюшко, рак загребает хвостовым плавником воду и быстро плывет задним концом тела вперед.

Следует обратить внимание на полные различия, которые обнаружи-

¹ Если в целях экономии материала и внешнего и внутреннего строения рака придется изучать на одном и том же экземпляре, отрывать конечности от тела следует уже после того, как будет проведено вскрытие, так как иначе нижняя стенка тела окажется поврежденной и это исказит картину внутреннего строения.

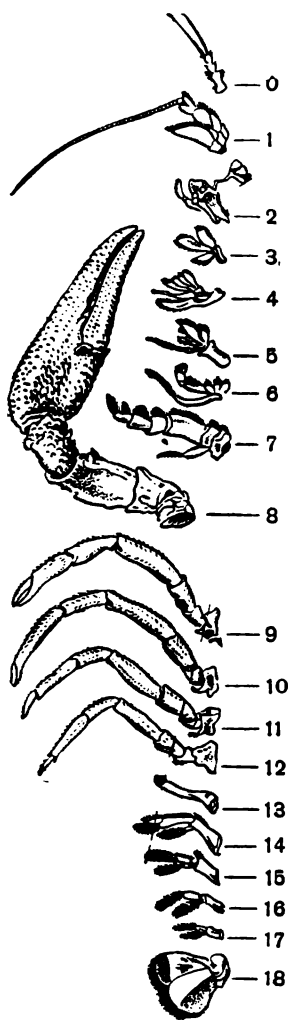


Рис. 137. Конечности речного рака:

0 — антеннулы (придатки головной лопасти); 1—4 — головные конечности: 1 — антенны, 2 — жвалы (мандибулы), 3 и 4 — две пары челюстей (максиллы); 5—12 — грудные конечности: 5—7 — ногочелюсти, 8 — большие клешни, 9—12 — ходильные ноги; 13—18 — брюшные конечности — «плавательные» ноги.

ваются на первых члениках брюшка. У самок первая пара брюшных ножек недоразвита, то есть ножки здесь либо очень малы, либо их нет совсем; у самцов они, напротив, очень длинные и вместе с ножками второй пары направлены вперед и прижаты к телу. Эти две пары конечностей образуют мужской совокупительный аппарат, играющий важную роль при спаривании самца с самкой.

С процессом размножения связана роль брюшных ножек и у самки рака: к ним приклеиваются отложенные яйца, которые самка носит на себе с осени до лета следующего года, и к ним же прикрепляются первое время и новорожденные рачата (см. рис. 134). У самцов их брюшные ножки не несут какой-либо определенной функции, хотя и сохраняют подвижность, — в качестве «весел» они слишком слабосильны; при поступательном движении вперед рак не плавает, а ползает на своих грудных ножках. Чем же в таком случае объясняется присутствие этих почти бесполезных придатков?

Ответ дает сравнение нашего речного рака с его родичами (из того же отряда десятиногих раков) — обитающими в морях *креветками*, которые обладают более стройным складом тела и которые легко плавают при помощи своих брюшных ножек (см. рис. 150). Отсюда естественно заключить, что далекие предки наших раков также обладали способностью плавать, но в связи с развитием у них массивных клешней и пропитанного известью скелета перешли к ползанию по дну, причем брюшные ножки (кроме последней пары) остались у них частью памятниками прошлого (рудиментами), постепенно исчезающими (1-я пара ножек у самки), частью получили новые функции, связанные с продолжением рода.

Грудные конечности. На задних сегментах груди расположены четыре пары ходильных ножек, а перед ними еще одна пара больших клешне-ножек с сильными клешнями, которыми рак схватывает и разрывает свою добычу, защищается от врагов, роет себе норки, а при встрече с опасностью быстро отталкивается, пятясь назад. Маленькие клешни

есть и на соседних двух парах ходильных ножек: ими рак передает ко рту куски добычи, захваченной большими клешнями, которые у рака слишком выдвинуты вперед и не могут достать до рта.

Впереди больших клешне-ножек сидят три пары более мелких членистых придатков, которые оказываются расположенными уже близко к ротовому отверстию и принимают участие в пережевывании пищи. Они удерживают куски, которые рак начинает измельчать своими челюстями. Эти три пары конечностей называются челюстными ножками, или ного-челюстями.

Частично грудные конечности выполняют и дыхательную функцию — от их основания отходят особые жаберные придатки, прикрытые жаберными крышками (см. рис. 135).

Таким образом, грудной отдел рака состоит из 8 сегментов и несет 8 пар конечностей.

На основных члениках конечностей задней части груди открываются у раков выводные протоки половых желез. У самцов половые отверстия находятся на основаниях самой последней пары ходильных ног, а у самок они расположены на основных члениках третьей сзади (или шестой, если считать спереди) пары грудных конечностей.

Головные конечности. Если отогнуть, а затем отделить от тела направленные вперед ногочелюсти, то под ними, уже на головном отделе, у рака обнаружатся еще три пары коротких придатков, расположенных по бокам ротового отверстия (рис. 138). Это три пары челюстей. Такой сложный жевательный аппарат (три пары челюстей и три пары ногочелюстей) необходим раку в связи с тем, что ротовое отверстие у него не может растягиваться (хитин!); поэтому пища, прежде чем попасть в рот, должна быть измельчена. Для жевания служит главным образом первая пара челюстей с твердой зубчатой поверхностью; остальные около-ротовые придатки удерживают кусочки пищи, не давая им падать мимо и теряться. На второй паре челюстей следует рассмотреть уже упомянутый выше «ковшичек», работа которого вызывает приток

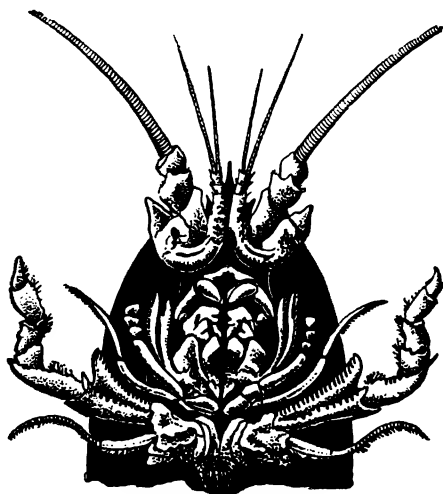


Рис. 138. Расположение ротовых конечностей у омара.

Видны жвалы (мандибулы), две пары нижних челюстей (максилл) и три пары ногочелюстей.

свежей воды, поступающей сзади в жаберную полость и омывающей жабры.

Еще далее вперед на голове рака расположена пара длинных членистых усиков, а перед ними пара более коротких двуветвистых усиков. Как уже говорилось при общем описании внешнего вида рака, усики служат ему органами чувств.

Метамерное строение тела рака. Если теперь рассмотреть общее расположение всех этих членистых придатков, а затем сравнить их между собой, то легко заметить, что они расположены двумя сплошными рядами вдоль всего тела, от переднего до заднего конца, в соответствии с метамерным строением самого тела (что ясно видно на членистом брюшке). При всех различиях в форме придатков можно видеть, что все они связаны между собой переходами и в общем оказываются построенными по одному типу — по типу двуветвистой конечности, в наиболее чистом виде выраженной в строении брюшных ножек рака.

Так, при внимательном осмотре можно заметить, что и длинные усики рака в основе сводятся к типу двуветвистой конечности, но в них хорошо развита только одна, внутренняя ветвь, а наружная ветвь обратилась в небольшую заостренную чешую. Клепшенижки состоят из тех же ча-

стей, как и следующие за ними ходильные ножки. Между челюстями и ногами имеются переходы в виде двуветвистых ногочелюстей. Задние, более крупные ногочелюсти особенно похожи на ходильные ножки, но отличаются от них присутствием слабо развитой наружной веточки, которая на ходильных ножках уже исчезла совсем. На брюшке снова появляются двуветвистые конечности, видоизмененные только на предпоследнем сегменте, где они участвуют в образовании веерообразного хвостового плавника (среднюю часть его образует последний сегмент тела — тельсон).

Внутреннее строение рака. Органы кровообращения. Чтобы видеть внутреннее строение рака, нужно вырезать ножницами и осторожно отделить верхнюю — спинную стенку его тела и на головогрудь и на брюшке.

Для этого перегнем, насколько возможно, тело рака и разрежем в поперечном направлении перепонку, соединяющую грудной щит с первым члеником брюшка. Получится поперечная щель; от ее концов справа и слева (осторожно, не забирая глубоко) разрежем верхний грудной щит по краям спины до головной области — почти до самых глаз. Проведя эти два разреза, соединим их передние концы еще одним поперечным разрезом в области головы. Теперь остается снять тот продолговатый кусок спинного щита, который мы вырезали: левой рукой, при помощи пинцета осторожно приподнимаем этот панцирь с его заднего конца, а правой рукой осторожно отделяем его от приросших к нему мышц, действуя тупой стороной ножа или ручкой скальпеля. Далее снимаем панцирь со спинной стороны брюшка («шейки») рака. Здесь также делаем два продольных разреза по краям спинной стороны брюшка, проводя их спереди назад, а затем постепенно, членик за члеником, снимаем панцирь с брюшного отдела.

Кладем рака в ванночку и закрепляем его булавками, втыкая их в основание клешней и в хвостовой плавник; наливаем воды, чтобы она покрыла обнажившиеся внутренности.

Перед нами открывается довольно сложная картина расположения внутрен-

ных органов (рис. 139). Прежде всего нам предстоит обнаружить на их фоне сравнительно малозаметное сердце. Оно помещается в окологердечной полости и представляет собой небольшой пятигранной формы мешочек желтого цвета, лежащий в грудном отделе почти на одинаковом расстоянии и от головного и от хвостового концов тела. Присмотревшись (лучше в лупу), мы можем заметить на сердце пару маленьких косых щелочек (такие же отверстия есть еще и по бокам и на нижней стороне сердца). Слегка приподнимая сердце пинцетом и внимательно приглядываясь, мы можем также увидеть прозрачные артерии, которые начинаются от его углов и расходятся в разные стороны.

Кровь у рака бесцветная; сердце гонит ее в разных направлениях по артериям, которые затем открываются в промежутках между внутренними органами. Просачиваясь между этими органами, кровь снабжает их кислородом и питательными веществами и уносит углекислоту и жидкие отбросы организма. Затем кровь попадает в жабры, обогащается кислородом и оттуда по особым сосудам всасывается в окологердечную полость, а из нее снова попадает в сердце. В сердце кровь проникает через три пары щелевидных отверстий в то время, когда оно после сокращения снова расширяется (подобным образом набирается вода в продырявленный резиновый мячик, если его сначала сжать, а потом дать ему расправиться под водой). Щели, через которые проникает кровь внутрь сердца, снабжены клапанами, так что при новом сокращении сердца кровь не может выйти обратно в окологердечную полость и устремляется по артериям.

Следовательно, у рака, как и у моллюсков, в сердце попадает артериальная кровь, только что побывавшая в жабрах, и оттуда разносится по различным частям тела.

Органы выделения. По разветвлениям той артерии, которая идет к голове, кровь подходит к органам выделения. Они расположены у рака в передней части головы в виде пары так называемых зеленых желез, а выводные отверстия их

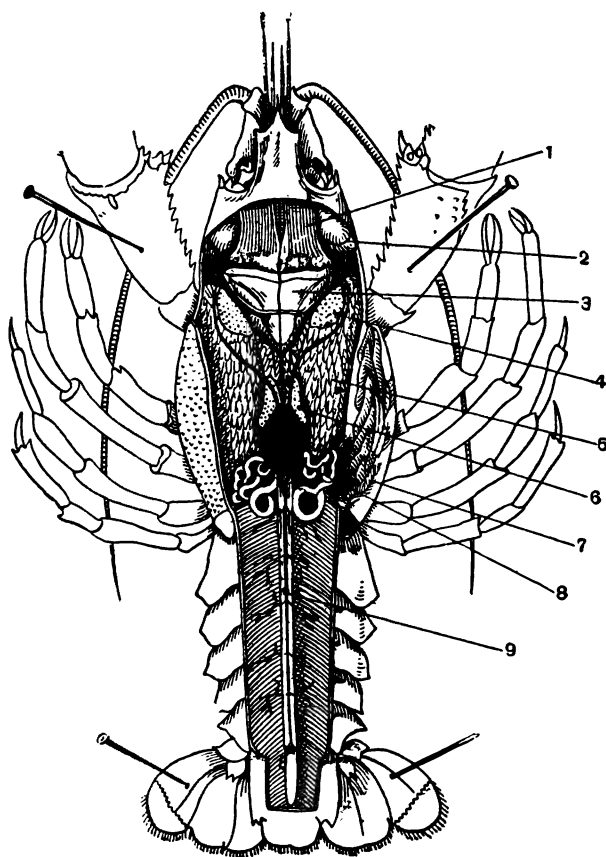


Рис. 139. Вскрытый рак:

1 — мышцы желудка; 2 — зеленые железы; 3 — желудок; 4 — мышцы жвал; 5 — печень; 6 — семенники; 7 — жабры; 8 — сердце; 9 — кишка.

открываются на основных члениках длинных усиков рака (найдите их).

Органы размножения. В непосредственном соседстве с сердцем расположены органы размножения. У самцов имеется беловатый раздвоенный семенник (под передней частью сердца) и извилистые трубочки — выводные протоки, которые открываются наружу в переднем членике последней пары грудных ножек. У самки мы находим раздвоенный спереди яичник, от которого идут яйцеводы к первому членику третьей пары грудных ножек.

Органы пищеварения. Пищеварительный канал представляет собой трубку, которая начинается ротовым отверстием на нижней стороне головы и оканчивается

анальным (заднепроходным) отверстием на последнем членике брюшка.

За ртом идет короткий пищевод, а за ним объемистый желудок. Хитиновый покров, выстилающий у рака и передние отделы пищеварительного канала, образует в желудке «желудочную мельницу» из трех крепких, пропитанных известью зубцов. Они обращены острыми краями друг к другу и при сокращении мышечных стенок желудка окончательно измельчают пищу и обращают ее в жидкую кашу.

В боковых стенках желудка часто обнаруживаются уже упоминавшиеся выше круглые известковые «жерновки» (см. стр. 144).

За желудком идет короткая средняя кишка, в которую открываются протоки двух больших пищеварительных желез, составляющих так называемую печень — объемистый рыхлый орган желтоватого цвета. Печень у рака не только выделяет пищеварительные соки, но в ее протоках, как и в самой средней кишке, происходит всасывание переваренной пищи, поступающей затем в кровь, которая и разносит ее по всему телу. Непереваренные остатки попадают в заднюю кишку и выводятся наружу через анальное отверстие.

Чтобы рассмотреть пищеварительные органы рака несколько подробнее, удалим сердце и органы размножения; после этого перережем заднюю кишку близ анального отверстия, а затем захватим желудок пинцетом и оттянем его вверх, чтобы натянулся идущий в него пищевод; пищевод мы также перерезаем ножницами. Теперь, осторожно оттягивая пинцетом желудок и отделяя кишку от других органов, мы можем вынуть из тела весь пищеварительный аппарат и рассмотреть его (также в воде) отдельно. Кишечник оказывается коротким и не образует петель, какие мы встречаем у растительноядных животных, которым приходится перерабатывать большое количество малоцелительных материалов.

Нервная система. Глубже всех остальных органов вдоль нижней стенки тела расположена нервная система. Ее строение в общем очень похоже на строение

нервной системы у кольчатых червей. Она состоит из пары надглоточных узлов, которые слились вместе и образовали «головной мозг» рака; из окологлоточного кольца, опоясывающего начало пищевода, и из длинной брюшной цепочки, которая тянется до заднего конца тела и состоит из двойных нервных узлов, соединенных между собой двойными же нервными тяжами. Как и у дождевого червя, каждому сегменту соответствует свой нервный узел. Таким образом, метамерное строение проявляется и во внутренней организации рака.

Органы чувств. С нервной системой связаны хорошо развитые у рака органы чувств.

На головном конце рака по сторонам от торчащего вперед шипа расположена пара глаз, сидящих на подвижных стебельках. Такое положение глаз позволяет раку и не поворачивая тела направлять свой взор в разные стороны: подвижность глазных стебельков возмещает раку отсутствие у него шеи (как мы видели, головной отдел у рака крепко спаян с грудным в единое целое — головогрудь).

Органы зрения у рака имеют очень сложное строение и состоят из множества тесно примыкающих друг к другу мелких глазков — фасеток. Мы не будем здесь останавливаться на их описании, чтобы микроскопические детали не отвлекли нас от общей картины морфологии речного рака; отметим, однако, что в основном их строение сходно со строением фасеточных глаз у насекомых, о которых речь будет далее (см. стр. 189, рис. 191 и 192).

Кроме зрения, для рака при его ночном образе жизни имеют очень большое значение осязание и обоняние. Так как тело у рака одето крепким панцирем, то чувства обоняния и осязания оказываются приуроченными только к определенным его участкам — к особым чувствительным волоскам, которые расположены на двух передних парах головных придатков — на коротких и длинных усиках.

Как известно, всякое погружаемое в воду тело теряет часть своего веса, равную весу вытесняемой им воды (закон Архимеда). Поэтому плавающее в воде живот-

ное, удельный вес которого близок к единице, не ощущает непосредственно силы тяжести, которая нас, обитателей наземной среды, крепко прижимает к земле. Будучи практически «невесомым», оно не могло бы распознать, где находится верх и где низ, и соответственно направлять свои движения, если бы в процессе исторического развития оно не приобрело бы особых органов равновесия, или статоцистов. Такими органами (так же как и зачаточными глазами) обладают уже медузы, а в дальнейшем мы увидим их у рыб, у которых они принимают на себя и функцию органа слуха. Имеются они и у рака и находятся в основании передних усиков (рис. 140).

Здесь, в первом членике усика рака, есть углубление в виде маленького внутреннего кармана (прежде его считали органом слуха и называли «слуховым мешочком») (рис. 141). Внутри каждого такого мешочка торчат чувствительные волоски, а полость его заполнена водой, в которой перекачиваются мелкие песчинки. При нормальном положении тела эти песчинки нажимают на находящиеся под ними нижние чувствительные волоски; если же у плавающего рака тело перевернется боком или вверх ногами, песчинки вследствие своей тяжести перемещаются внутри мешочка и нажимают уже на другие чувствительные волоски, и тогда рак ощущает, что тело его вышло из нормального положения.

При линьке рака сбрасывается и внутренняя выстилка его «слуховых мешоч-

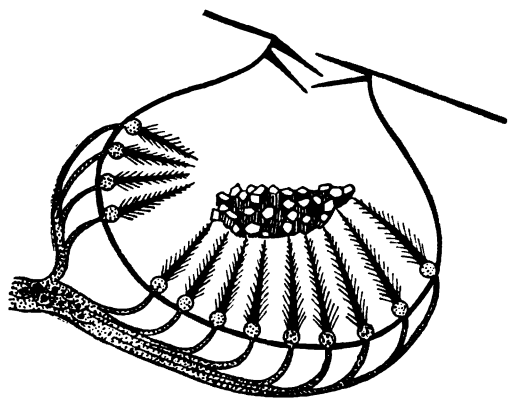


Рис. 140. Схема статоциста рака.

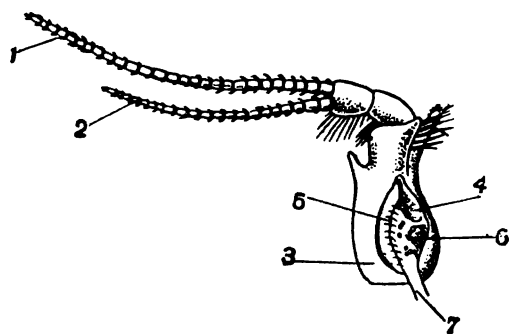


Рис. 141. Антеннула рака со статоцистами:

1 и 2 — жгуты усика; 3 — основной членик; 4 — отверстие статоциста; 5 — чувствительные волоски; 6 — песчинки; 7 — нерв.

ков» вместе с заключенными в них песчинками. Тогда рак сам засовывает своими клешнями новые песчинки в отверстия «слуховых мешочков», а часто просто «елозит» головкой по песку, и действие органа равновесия снова восстанавливается.

Значение этих песчинок и самих «слуховых мешочков» было выяснено при помощи очень остроумного опыта, сделанного с одним морским родичем нашего речного рака — *креветкой (гарнелью)*. Перед линькой креветку поместили в сосуд, где на дно вместо песка были насыпаны мелкие железные опилки. Поэтому перелинявший рачок должен был засунуть в свои «слуховые мешочки» вместо обыкновенных песчинок маленькие крупинки железа. Затем креветка была пересажена в обыкновенный аквариум. Как известно, железо притягивается магнитом, и когда к рачку с железными песчинками в «слуховых мешочках» подносили сбоку сильный электромагнит, он поворачивался к нему нижней стороной своего тела; притяжение железных крупинок электромагнитом пересиливало действие тяжести и заставляло креветку поворачивать свое тело так, как будто оно вышло из правильного положения, и низ оказывался там, где находился магнит.

Скелет и мускулатура. В связи с развитием твердого хитинового покрова механизм передвижения у рака сильно отличается от того, что мы видели у дождевого червя, одетого только мягкой кутикулой.

Рак не может удлинять и укорачивать свое тело, как это делает дождевой червь, и передвижение у него совершается либо при помощи суставчатых конечностей, когда он ползает, либо при помощи сильных ударов хвостового плавника при быстром сгибании членистого брюшка, когда он плавает. Поэтому кольцевых мышц у рака нет, а продольные и косые мышцы, проходящие внутри самого тела и конечностей, не укорачивают их, а только заставляют сгибаться в суставах. Но чтобы привести в движение отдельные членики конечностей или брюшка, одетые хитиновым панцирем, мышцы должны быть прикреплены к внутренней поверхности этого панциря. Таким образом, твердый хитиновый покров рака служит ему вместе с тем и прочным наружным скелетом, имеющим то же значение в механизме

его передвижения, какое для нас имеет наш внутренний костный скелет, также состоящий из подвижно соединенных между собой частей, к которым прикрепляются двигающие их мышцы.

Всякий, кто ел раков, знает, где находятся его наиболее сильные мышцы, составляющие в вареном виде лакомое блюдо. Это, во-первых, мышцы, которыми рак производит сильные движения своим хвостовым плавником и которые заполняют почти целиком «шейку» рака, то есть его членистое брюшко. Далее, мощная мускулатура находится внутри его больших клешней, которыми рак может очень сильно ущемить своего врага, и, наконец, у него хорошо развиты жевательные мышцы в передней части тела, идущие от спинного панциря к ротовым конечностям и приводящие их в движение.

КЛАСС РАКООБРАЗНЫХ

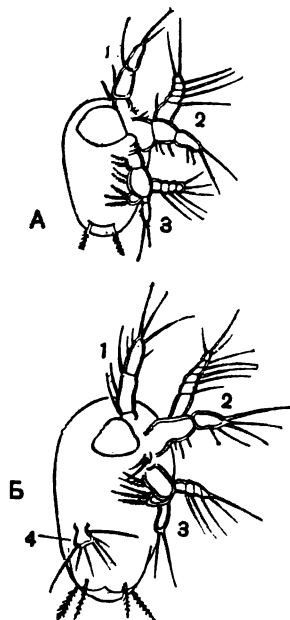


Рис. 142. Начальные стадии развития личинки циклопа:

А — науплиус;
Б — метанауплиус (личинка с 4 парами членистых придатков),

Класс ракообразных, к которому относится и рассмотренный нами речной рак, содержит около 25 000 отдельных видов, обитающих в морях и океанах и в пресноводных бассейнах. Характерные признаки ракообразных, отличающие их от всех других членистоногих, — это, во-первых, присутствие двух пар усиков на голове и, во-вторых, жаберное дыхание, причем жабрами служат у них либо видоизмененные конечности, либо особые выросты на конечностях, как это мы видели у речного рака.

Ракообразные развиваются из яиц, причем у большинства ракообразных самки не откладывают свои яйца где-нибудь

на стороне, а вынашивают их на своем теле вплоть до вылупления личинок. У некоторых видов, как у нашего рака, из яиц выходят личинки, уже похожие в общем на взрослую форму, но у большинства других ракообразных личинки выходят из яйца на более ранней стадии развития в виде так называемого науплиуса. Такие личинки имеют очень короткое и округлое тело с одним непарным глазом на голове и всего только с тремя парами конечностей, при помощи которых они плавают в воде (рис. 142). Конечности второй пары у личинки науплиуса расположены по бокам рта и своими основаниями участвуют в пережевывании пищи.

Личинка питается и начинает расти: тело у нее удлиняется и на заднем конце его обособляются новые сегменты, а на них образуются новые пары конечностей. Наконец, получается взрослая форма, у которой первая пара ножек уже превратилась в передние усики, вторая пара отошла от рта вперед и превратилась во вторую пару усиков, третья пара сделалась жвалами и т. д.

Таким образом, при развитии ракообразного из шестиной личинки обнаруживается, что его головные конечности — две пары усиков и ротовые части — не только напоминают ножки по своему членистому строению и по расположению на теле, но и на самом деле преобразуются из ножек, которыми обладала личинка.

Подкласс низших ракообразных

Класс ракообразных разделяется на два подкласса — *низших* и *высших ракообразных*.

К низшим ракообразным относятся более мелкие формы, иногда почти микроскопических размеров. Брюшко у низших ракообразных не несет конечностей, а общее число сегментов, из которых состоит тело, бывает у различных видов очень неодинаково. Многие мелкие формы встречаются в водоемах в огромном количестве; по результатам своей жизнедеятельности особенно важное место среди них занимают *дафнии* (отряд ветвистоусые рачки) и *циклопы* (отряд веслоногие рачки).

Дафнии. Дафнии населяют наши пруды и озера и иногда появляются там в таком множестве, что скопления их можно видеть с берега в форме небольшого клубящегося в воде облачка красноватого цвета. Эти маленькие рачки передвигаются в толще воды резкими толчками, и за это их называют «водяными блохами». Тело у них полупрозрачное, и под микроскопом при малом увеличении можно видеть не только их внешнюю форму, но и просвечивающие внутренние органы.

При рассмотрении дафнии (рис. 143) прежде всего заметны расположенные на голове большие разветвленные гребные конечности и темный непарный глаз. Гребные конечности, которыми дафния размахивает при передвижении, оказываются по своему положению на голове второй парой усиков, следовательно, несут здесь совсем другую функцию, чем у речного рака.

Позади головы все остальное тело одето с боков двустворчатым хитиновым панцирем. Под ним скрыто несколько пар грудных ножек, которые находятся

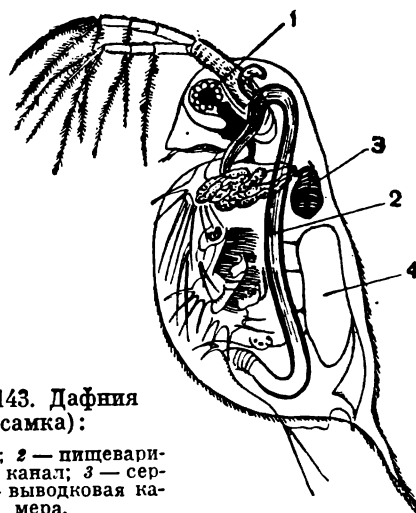


Рис. 143. Дафния (самка):

1 — глаз; 2 — пищеварительный канал; 3 — сердце; 4 — выводковая камера.

в постоянном движении. Они отцеживают из воды мелкие пищевые частицы и направляют их в рот, а кроме того, на этих ножках у дафнии расположены жабры. Короткое брюшко также почти целиком спрятано под створками панциря.

Через покровы тела дафнии видно и ее внутреннее строение (рис. 143). От ротового отверстия до конца брюшка идет слегка изогнутый кишечный канал. На спинной стороне под кишечником быстро пульсирует сердце. У самок позади сердца между спинным панцирем и самим телом помещается выводковая камера, в которую попадают вполне готовые яйца.

Летом, при обильной пище, дафнии размножаются без оплодотворения и дают только самок, но при недостатке питания — при высыхании прудов и осенью — из яиц выходят и самки и самцы. Тогда у осеннего поколения дафний откладываются в выводковую камеру оплодотворенные зимние яйца, защищенные плотной скорлупой и способные перенести холод и высыхание.

Циклопы. В отличие от ветвистоусых дафний, веслоногие *циклопы* не имеют створок и плавают при помощи грудных ножек; тело их ясно разграничено на головогрудь и брюшко (рис. 144). На голове хорошо заметны две пары усиков и темный непарный глаз (за это их называют «циклопами», по имени сказочных одноглазых великанов, о которых говорится в древних греческих мифах). У самок по бокам брюшка висят два мешка

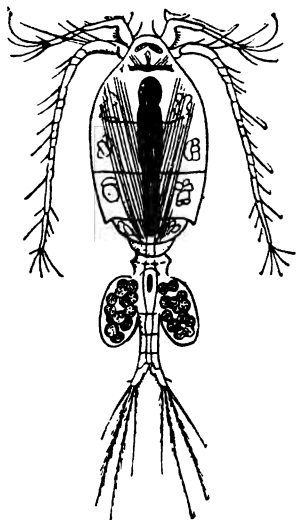


Рис. 144. Циклоп (самка); по бокам брюшка пара мешков с яйцами.

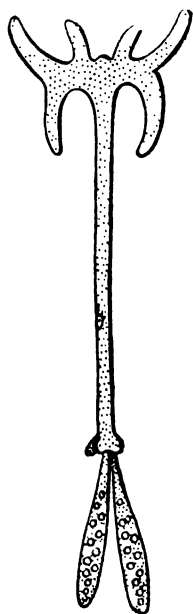


Рис. 145. Лернеоцера.

с яйцами, из которых выходят маленькие шестиногие личинки — науплиусы.

Планктон и его значение. И дафнии, и циклопы, и многочисленные другие мелкие организмы в больших количествах населяют толщу воды в прудах, озерах и морях. Удельный вес их тела почти одинаков с весом воды, и потому они могут держаться в толще воды, не всплывая на поверхность и не падая на дно. На конечностях или на теле у таких организмов имеются выросты и щетинки, которые по их значению можно сравнить с пушинками на летучих семенах и плодах у растений; благодаря таким отросткам мелкие водные организмы могут «вязнуть» в воде подобно тому, как «вязнут» в воздухе пушистые семена осины или ивы и легкие плодики одуванчика.

Наблюдая за дафниями и циклопами в банке или в стоячем пруду, можно видеть, что они медленно передвигаются в различных направлениях. Однако они настолько малы и слабы, что им не под силу бороться даже с незначительным течением, которое и увлекает их с собою. Все такие организмы, копошащиеся в воде или пассивно плавающие в ней во взвешенном состоянии, составляют планктон данного водоема (таким образом, «планктон» — это не название какой-нибудь систематической группы организмов,

а биологическое понятие такого же порядка, как «лес», «луг» и т. д.).

Как ни малы планктонные организмы каждый в отдельности, в общей массе они имеют огромное значение и в жизни водоемов и в хозяйстве человека. В водоемах содержится неисчерпаемое количество органического вещества частью в виде мельчайших живых организмов (вспомним, например, явление «цветения» воды), частью в виде мертвых остатков животного и растительного происхождения. Однако в таком виде эти органические вещества оставались бы для нас бесполезными, если бы за их счет не размножались в воде уже несколько более крупные планктонные организмы, — такие, как наши дафнии и циклопы, которые составляют пищу для рыбных мальков, а для некоторых видов рыб служат добычей и в течение всей их жизни (таковы сиги, ряпушка, снеток, сельди). А рыбьей молодью и мелкими видами рыб питаются уже более крупные рыбы.

Таким образом, органическое вещество водоемов — начиная с одноклеточных микроорганизмов и мелких мертвых частиц — идет на питание других существ и постепенно преобразуется в живые тела все более и более крупных размеров, вплоть до тех рыб, которые уже служат предметом промысла и попадают к нам на стол. В этой сложной цепи питания, планктонные организмы, и в частности планктонные рачки, составляют очень важное и необходимое звено. Для циклопов и других веслоногих рачков добычей служат различные одноклеточные организмы, а ветвистоусые дафнии поедают мелкие крупинки распавшихся в воде животных и растительных остатков, а затем и те и другие рачки служат, как мы видели, основным питательным материалом, без которого в водоемах не могло бы существовать их рыбное население.

Вместе с тем весь этот процесс имеет еще более важное значение в общей жизни водоемов. Как известно, и моря, и реки, и озера постоянно засоряются отбросами их обитателей и мертвыми остатками погибающих в них организмов; однако, несмотря на это, вода в них не становится с каждым годом все более и более

загрязненной, как этого можно было бы ожидать. Благодаря жизнедеятельности обитающих в воде организмов, начиная с мельчайших бактерий и кончая большими рыбами и другими крупными животными (например, водоплавающими птицами), в природе постоянно идет процесс естественного самоочищения водоемов; органические вещества, первоначально загрязнявшие воду, проходят, как мы уже видели, через сложную «цепь питания» и в ходе этого процесса постепенно уплотняются в более и более крупные живые организмы, причем вода очищается от органических примесей. И в этом процессе естественного самоочищения воды одним из важных промежуточных этапов является жизнедеятельность мелких планктонных рачков.

Другие низшие ракообразные

Паразитические рачки. Среди низших ракообразных есть и такие виды, которые ведут паразитический образ жизни, нападая главным образом на рыб. Конечно, такие рачки оказываются уже вредителями рыбного хозяйства.

На коже карпов и карасей часто встречаются *карпоеды*, или *рыбьи вши*. Карпоеды — наружные паразиты и в своем внешнем виде сохраняют характерный облик ракообразного.

Но есть паразитические рачки, которые внедряются глубоко в кожу рыб или в их жабры и тогда, во взрослом состоянии, утрачивают всякое сходство с остальными ракообразными (рис. 145). Однако принадлежность их к классу ракообразных и к отряду веслоногих обнаруживается в личиночном состоянии: из яйца вылупляется шестиногая личинка науплиус и сначала развитие ее идет так же, как и у циклопов. Только с переходом к паразитическому образу жизни личинка изменяет свою форму и строение животного становится более упрощенным, напоминающим строение паразитических червей.

Усоногие раки. Характерную внешность ракообразного теряют и те формы, которые во взрослом состоянии ведут совершенно неподвижный образ жизни и составляют *отряд усоногих*,

Все усоногие живут в морях. У наших берегов всего чаще встречаются *морские желуди*, прирастающие к береговым скалам, камням и другим подводным предметам, например к раковинам моллюсков (рис. 146). Тело их прикрыто раковиной, состоящей из нескольких известковых пластинок с острыми краями; по этому признаку раньше зоологи причисляли «усоногих» к моллюскам (наравне с головоногими и брюхоногими). Однако и у них развитие начинается со стадии шестиногого науплиуса, да и у взрослой формы, уже приросшей своим головным концом к камню, имеются грудные ножки, обратившиеся здесь в тонкие «усики», которые подгоняют ко рту пищевые частицы.

Живое ископаемое в наших водоемах. В некоторые годы в мелких пересыхающих водоемах весной внезапно появляются, и притом сразу в большом количестве, *щитни* (рис. 147) — довольно крупные (до 55 мм) ракообразные из *отряда жаброногих* (по общим очертаниям тела и по окраске на фоне дна их можно на первый взгляд принять за крупных головоастиков).

Название «щитней» они получили потому, что сверху их головогрудь прикрыта овальным хитиновым щитом. На передней части этого щита видна пара тесно сближенных глаз, а из выемки его заднего края выступает тонкое членистое брюшко с парой длинных придатков у заднего конца.

С брюшной стороны тело щитня несет большое количество тесно сидящих листовидных конечностей, служащих органами передвижения и выполняющих

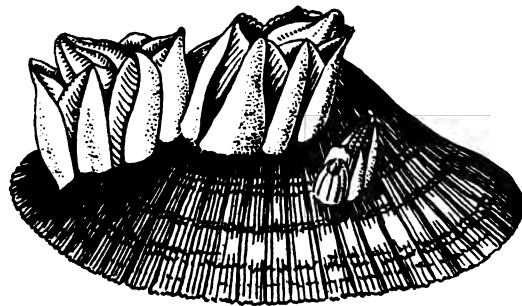
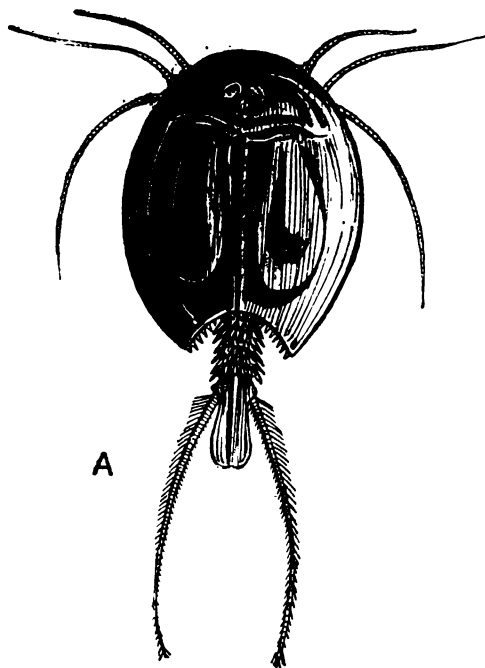
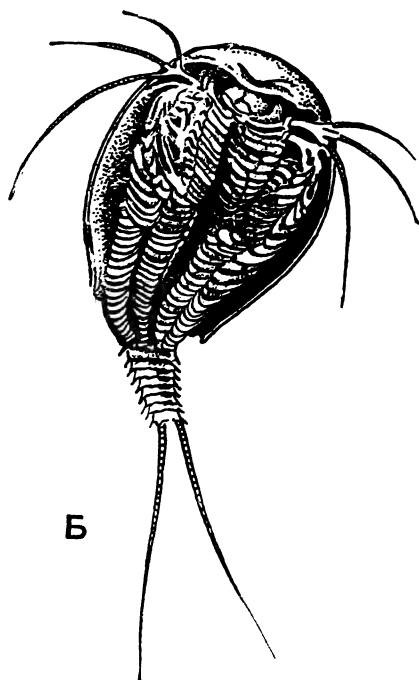


Рис. 146. «Морские желуди» на раковине моллюска.



А



Б

Рис. 147. Щитня:

А — с верхней и Б — с нижней стороны
(натур. величина).

функции жабр (у живого щитня они находятся в непрерывном движении).

Отложенные яйца способны переносить и пересыхание водоемов и зимнее промерзание грунта; мало того, они даже нуждаются в таком покое для своего дальнейшего развития, когда в один из дождливых годов наступят благоприятные для этого условия¹.

Кроме приспособленности к обитанию во временных водоемах и внезапности массовых появлений, щитни представляют для нас интерес еще и тем, что в нашей современной природе они являются подлинными «живыми ископаемыми», уцелевшими почти без всяких изменений с самого начала палеозойской эры, то есть в продолжение 500 миллионов лет.

Этот факт как будто находится в полном противоречии с учением об эволюции органического мира и объясняется тем, что большую часть своей жизни щитни проводят в покое, укрывшись в «подполье», а в короткие периоды своей активной жизни их сменяющиеся поколения находятся в очень однообразных условиях, где у них нет каких-нибудь конкурентов, «претендующих» на то же скромное место, какое занимают они на жизненной арене.

Таким образом, появление щитней дает нам возможность воочию увидеть перед собой живых представителей фауны кембрийского периода, уцелевших до наших дней современников ископаемых трилобитов.

Изменчивость рачков из рода *Artemia*. Наряду с таким ярким примером крайнего консерватизма у щитней, которые сохранили свой внешний облик в течение многих миллионов лет, к тому же отряду жаброногих относятся обитающие в соленых озерах рачки *Artemia salina*, которые еще в 70-х годах прошлого столетия были объектом замечательных экспериментальных исследований В. И. Шмидта, обнаружившего сильно выраженную изменчивость этих рачков под воздействием

¹ О щитнях и других жаброногих подробнее см. в книге Е. Н. Павловского и С. Г. Лепневой «Очерки из жизни пресноводных животных», М., 1948.

изменяющихся условий среды — изменчивость, выходящую за пределы не только видовых, но даже и родовых признаков (рис. 148).

В. И. Шманкевич работал учителем реального училища в Одессе и занимался исследованием фауны лиманов и мелких соленых озер в окрестностях города.

В этих водоемах он обнаружил значительную изменчивость среди населяющих их рачков-артемий, а затем поставил опыты по разведению и выращиванию их уже в лабораторной обстановке в условиях повышенной или, наоборот, пониженной солености воды. Основные выводы, к которым пришел В. И. Шманкевич, были сформулированы им в таком виде (1875 год):

«1) При искусственной культуре не-

скольких друг за другом следующих поколений *Artemia salina* M.-Edw. в растворе соли со все возрастающей концентрацией получается, как мне кажется, форма, идентичная с *Artemia muhlhauseni* M.-Edw.

2) Также и в свободной природе *Artemia salina* M.-Edw. после небольшого числа лет и сравнительно короткого ряда поколений в соленом озере с усиливающейся концентрацией переходит в форму, идентичную с *Artemia muhlhauseni* M.-Edw., причем эта форма остается постоянной до тех пор, пока ее среда не изменится.

3) *Artemia* при искусственной культуре нескольких поколений в растворе с постепенно понижающейся концентрацией соли изменяется в прогрессивном направ-

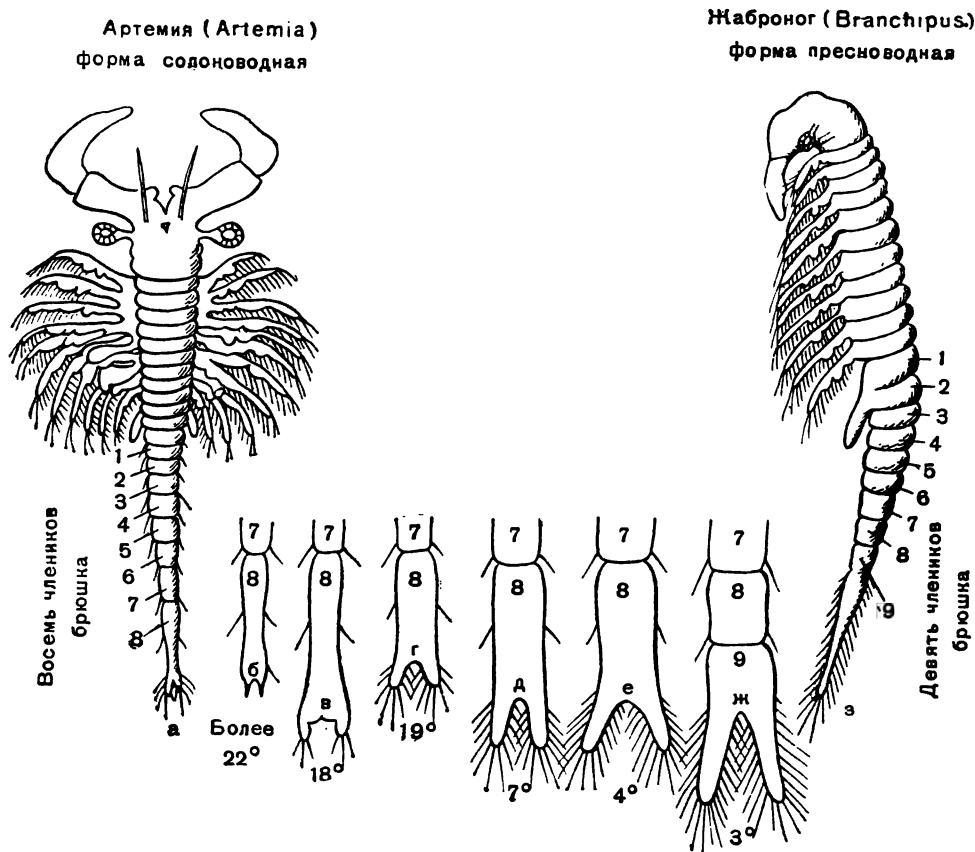


Рис. 148. Артемия и ее изменчивость.

Изменение кончика брюшка артемии при воспитании ее в растворах разной солености, начиная с насыщенного (б) и доводя постепенно (в, г, д, е,) до почти пресной воды (ж).

лений к Branchipus, причем она получает основной признак рода Branchipus — девять лишенных ног сегментов.

4) В свободной природе, в соленых лужах различных концентраций, в которых живут высшие формы Artemia, имеются условия к прогрессивному преобразованию Artemia в Branchipus».

Работы В. И. Шманкевича вызвали значительный интерес, но их результаты и особенно вывод о возможности искусственного превращения рачков Artemia salina в форму, относящуюся уже не только к другому виду, но даже и к другому роду (Branchipus), подвергались сомнению и отвергались другими исследователями. Однако в 1916 году исследования Н. С. Гаевской подтвердили результаты, полученные в свое время В. И. Шманкевичем, хотя в своих выводах она выражается более осторожно. «По-видимому, — пишет Н. С. Гаевская, — в группе Artemia мы имеем животных, приспособившихся к беспрестанным колебаниям условий среды выработкой в высшей степени эластичной организации, послушной действию любых физико-химических факторов. Но эти животные наследуют приобретенные особенности только до тех пор, пока сохраняются условия, вызвавшие появление изменений в их организации; с новым же изменением физико-химических условий животные в течение 2—3 поколений постепенно так же легко утрачивают их, как и приобрели». Однако далее Н. С. Гаевская делает оговорку: «Так происходило, по крайней мере, в пределах произведенных мною опытов и наблюдений», а в заключение выражает надежду, что дальнейшие и более совершенно поставленные экспериментальные исследования позволят более глубоко разобраться в вопросе о пределах изменения организации рачков Artemia под непосредственным воздействием изменяющихся условий среды¹.

¹ О работах В. И. Шманкевича и о трагической судьбе этого талантливого ученого см. посвященную ему статью А. Д. Сухова в журнале «Биология в школе», 1960, № 1, а также более подробно осветившую эту тему статью проф. Б. Е. Райкова в «Трудах Института истории естествознания АН СССР», т. V, 1953.

Так или иначе, но на примере двух рассмотренных нами групп из отряда жаброногих мы видим результат двух направлений в процессе естественного отбора, который дал возможность этим низшим ракообразным сохранить свое существование при изменяющихся условиях среды. В одном случае — у щитней — морфологические признаки остаются достаточно устойчивыми на протяжении целых геологических эр и периодов, но неблагоприятные годы эти организмы проводят в виде как бы «законсервированных» зародышей, покоящихся до наступления более «подходящих» для данного вида условий; тогда как в другой группе — у артемий — естественный отбор выработал ту «эластичность организации», которая делает их приспособленными к беспрестанно меняющимся условиям существования в соленых и полусоленых водоемах.

В таком случае результаты опытов В. И. Шманкевича и Н. С. Гаевской едва ли можно рассматривать как пример искусственно вызванного «перерождения» одного вида в другой; их значение для проблемы видообразования состоит, по-видимому, в том, что они воспроизводят перед нами начало того пути, по которому под прямым воздействием обитаемой среды пошло образование форм, оказавшихся приуроченными уже к определенным концентрациям солей в воде. В литературе известны примеры, когда Artemia из одного озера во Франции оказались уже утратившими гибкость организации. С другой стороны, характерные пресноводные виды Branchipus при перенесении их в соленую воду уже не «перерождаются», а гибнут: их видовые потребности и морфологические особенности уже закреплены в длинном ряде поколений.

Подкласс высших ракообразных

Единство строения высших ракообразных. Высшие ракообразные (к числу которых принадлежит и наш речной рак) сходны между собой тем, что тело их состоит из определенного числа сегментов: 4 слившихся сегмента вместе с так называемой передней, головной лопастью об-

разуют голову¹, 8 сегментов принадлежат груди и 7 сегментов составляют брюшко.

У большинства высших раков и число конечностей то же самое, что и у речного рака, то есть 19 пар, и только в некоторых семействах наблюдается недоразвитие нескольких пар конечностей на заднем отделе тела. Но и при одном и том же числе конечностей распределение между ними различных функций может оказаться очень неодинаковым, если сравнить между собой разные группы высших раков. В этом отношении интересно провести сравнение речного рака с обыкновенной мокрицей или с похожим на нее так называемым водяным осликом. На этих доступных объектах очень хорошо может быть прослежена гомология органов — в данном случае членистых конечностей, одинаковых по своему происхождению и занимающих у обоих животных одинаковое положение на одноименных сегментах тела, но видоизмененных в связи с различиями выполняемых данной парой конечностей функций.

Сравнение рака с мокрицей. *Мокрицы* часто встречаются в погребах, в подвалах,

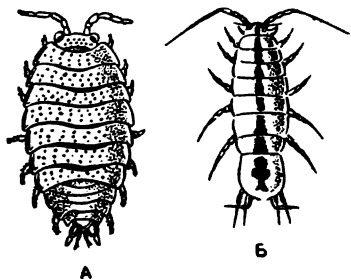


Рис. 149. Мокрица (А) и водяной ослик (Б).

сараях и вообще в различных темных и сырых углах помещений (рис. 149, А). Летом мы можем найти их на земле под камнями или под корой на полусгнивших

¹ Придатками головной лопасти (не входящей в число сегментов головы) являются первая пара усиков (антеннулы) и стебельчатые глаза, которые иногда регенерируют также в виде коротеньких усиков, а потому эти придатки уже не могут считаться настоящими конечностями (см. нумерацию конечностей на рис. 137).

пнях. Таким образом, мокрица — животное сухопутное, хотя и держится только там, где воздух достаточно влажен.

Пребывая постоянно в сырых местах, мокрицы питаются там различными растительными объектами, которые начинают загнивать, а также плесенью, лишайниками и молодыми всходами растений.

Если мы посадим мокрицу в коробочку и оставим ее в теплой и сухой комнате, то в таких условиях она скоро погибнет, хотя прочный хитиновый покров, казалось бы, должен хорошо защищать ее тело от высыхания. Сверху она одета крепким членистым панцирем, который покрывает не только спину мокрицы, но своими краями спускается и по бокам тела (рассмотрите эти боковые выступы, повернув мокрицу спиной вниз). Таким образом, пока мокрица держится на отсыревшей стене или на сырой поверхности земли, под ее панцирем вокруг тела остается некоторое влажное пространство и сухой наружный воздух не причиняет ей вреда. Но в сухой картонной коробке нижняя сторона тела уже не может сохранить для себя достаточной влажности, и это влечет за собой гибель животного. В этом отношении мокрица напоминает речного рака, который может оставаться живым без воды до тех пор, пока у него сохраняется влажной жаберная полость, покрытая боковыми выростами спинного щита. Какие именно органы у мокрицы так чувствительны к сухости, обнаружит нам более подробное рассмотрение ее тела.

И число сегментов, и число конечностей у мокриц то же самое, что у речного рака. Однако у них совершенно нет хватательных клешней, а ходильных ног больше, чем у рака, — целых семь пар. Дело здесь в том, что у мокриц среди грудных конечностей только одна — передняя — обращена в ногочелюсти, а все остальные служат для ходьбы (вспомните, как распределены функции грудных конечностей у рака). Далее, у рака жабры, как мы видели, — это придатки грудных конечностей, тогда как у мокриц грудные ножки не несут жабр, а дыхательную функцию выполняют измененные брюшные конечности.

Самки мокрицы носят на себе отложенные яйца при помощи особых приспособлений на брюшных ножках (постарайтесь найти и рассмотреть).

На сухопутную мокрицу по всем существенным признакам строения похож *водяной ослик*, или *водяная мокрица*, живущий в прудах и озерах и ползающий там по растениям и по дну на тонких и сравнительно длинных ножках (рис. 149, Б).

Сравнение рака с мокрицей или с водяным осликом показывает, насколько сильно могут быть видоизменены органы, одинаковые по своей природе и по положению на теле, но выполняющие различные функции.

Многообразие форм высших раков в связи с различным образом жизни

При сходстве в общем расчленении тела и расположении конечностей различные виды высших ракообразных оказываются

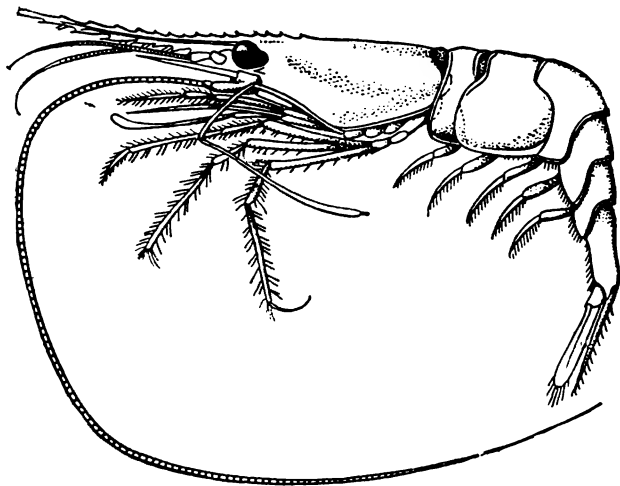


Рис. 150. Креветка гарнеľ.

приспособленными к различным жизненным условиям и различным способам передвижения. Некоторые формы, подобные нашему речному раку и водяному ослику, обитают в пресной воде; другие, подобно нашей мокрице, ведут наземный образ жизни, придерживаясь, однако, более сырых мест; огромное же большинство высших раков населяет моря и океаны, встре-

чаясь и у самых берегов и на больших глубинах, где обитают особые формы, тело которых способно переносить огромное давление верхних слоев воды. Всего в подклассе высших ракообразных насчитывается около 17 000 видов.

Способы передвижения. Одни из высших ракообразных, подобно нашему речному раку, обыкновенно ползают по дну, но в случае надобности могут и плавать при помощи своего мускулистого брюшка. Другие при небольших размерах обладают более легким и стройным телом с тонкими грудными конечностями и хорошо развитыми плавательными ножками на брюшке; таковы очень многочисленные в морях *креветки* (рис. 150). Креветки быстрыми скачками плавают в воде и легко спасаются бегством от своих преследователей (у нас на Черном море креветок так и называют «скачками»), кроме того, многие виды креветок почти прозрачны и потому при плавании мало заметны для врагов.

Наконец, среди высших раков имеется немало и таких форм, которые во взрослом состоянии теряют способность плавать и могут только ползать по дну. Из них мы остановимся на двух группах — на *мягкохвостых раках*, или *раках-отшельниках*, и на *короткохвостых раках*, или *крабах*.

Раки-отшельники. Раки-отшельники живут в морях. Личинки их свободно плавают среди других организмов морского планктона. Однако с возрастом они теряют способность плавать, а брюшко у них приобретает очень своеобразное строение: оно оказывается одетым очень мягким кожным покровом, форма его становится искривленной, а плавательные ножки на нем остаются недоразвитыми и имеют вид бугорков. Тогда рачок отыскивает подходящую по размерам пустую раковину брюхоногого моллюска, засовывает внутрь нее свое брюшко и начинает ползать по дну, таская на себе и одевающую его раковину, в которой он прочно держится при помощи своих видоизмененных брюшных ножек. По строению головогруды, способной выставляться из раковины, рак-отшельник напоминает нашего речного рака, но левая клешня у него всегда

несколько недоразвита по сравнению с правой — в соответствии с несимметричной формой раковины, занятой отшельником; при этом в подогнутом виде правая клешня может служить также и щитом, защищающим тело рака спереди. Когда раковина, в которой поселился рак-отшельник, становится для него тесной, он подыскивает себе более крупную и перебирается в нее.

Раковина дает раку-отшельнику надежное убежище, но вместе с тем составляет и значительный груз, который затрудняет его передвижение в поисках пищи. Однако у многих раков-отшельников это неудобство устраняется тем, что у них установился симбиоз с актиниями, то есть такая форма совместного существования, которая дает выгоду обоим организмам.

Отшельник сам при помощи клешни сажает актинию на занятую им раковину. Неподвижная актиния получает здесь ту выгоду, что рак «перевозит» ее на себе на новые места, где ей может попасться добыча (а кроме того, рак «кормит» актинию, так как во время еды он много мусорит и неиспользованные остатки пищи перепадает актинии). А хорошо вооруженная стрекательными органами актиния, в свою очередь, дает отшельнику еще более надежную защиту, чем одна только раковина. И когда подросший рак-отшельник перебирается в другую раковину, он на свое новое жилище переносит и свою спутницу — актинию.

Крабы. По форме тела *крабы* отличаются от других ракообразных тем, что брюшко у них во взрослом состоянии укорочено и подогнуто вниз, так что сверху видна только головогрудь, имеющая в общем округлую форму (рис. 151). Такое строение брюшка лишает крабов возможности плавать, но зато брюшко не может служить им помехой при ползании, а так как ходильные грудные ноги у крабов длинные и сильные, то крабы бегают довольно проворно, когда им приходится спасаться от врагов или преследовать добычу. При этом бегают они обыкновенно в боковом направлении, то есть вправо и влево, а не головным концом вперед. Большинство крабов ведет донный образ жизни, но некоторые живут и в прибрежной полосе на суше.

Некоторые виды крабов достигают очень крупных размеров. Гигантом среди всех ракообразных и вообще всех членистоногих является японский *длиннорукий краб* из Тихого океана: расстояние от конца одной клешни до конца другой, когда они раскинуты в стороны, доходит у этого вида до 3 м (рис. 152).

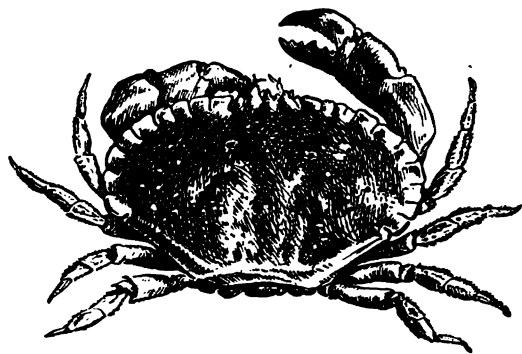


Рис. 151. Большой краб.



Рис. 152. Длиннорукий краб.

Промысловое значение высших ракообразных

Помимо нашего речного рака, многие другие виды высших раков употребляются в пищу и служат предметом промысла.

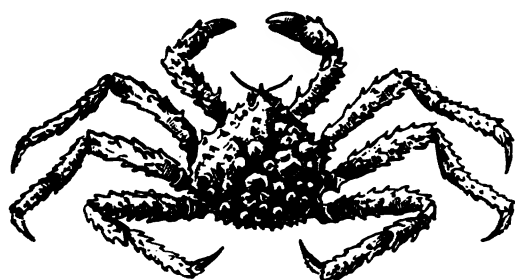


Рис. 153. Камчатский промысловый «краб».

Особенно большое хозяйственное значение имеют в этом отношении некоторые морские раки. Мелкие, но зато очень многочисленные *креветки* в огромных количествах ловятся в Западной Европе и Америке и потребляются как вкусный и вместе с тем дешевый продукт питания. Ловятся там в большом количестве и различные виды *крабов*, а особенно ценятся *омары* — очень крупные раки, по форме тела похожие на речных раков.

У нас уже при Советской власти на Дальнем Востоке развился промысел так называемого «камчатского краба». Это также крупное ракообразное, которое с расправленными ногами занимает площадь около 1 м² (рис. 153). Его толстые, длинные ноги и содержат то вкусное мясо, которое идет на приготовление консервов.

Крабов ловят крупнейшими ставными сетями, то есть сетями, которые благодаря тяжелым грузилам прилегают своим краем к морскому дну и на несколько дней оставляются на месте. Выловленных крабов немедленно обрабатывают на береговых или на плавучих крабозаводах: у крабов отрывают ноги и ногочелюсти (остальное идет в отходы), их варят, а затем разрубают тяжелыми ножами и вытряхивают из

них мясо, которое в вареном виде легко отстает от панциря. После этого мясо сортируют, раскладывают в жестяные банки и в запаянном виде подвергают нагреванию.

По строению своего тела промысловый камчатский краб значительно отличается от обыкновенных крабов (например, тех, которые водятся у нас в Черном море) и принадлежит к другому подотряду: это собственно и не краб, а представитель особой группы раков-отшельников (рис. 154), которая в процессе эволюции утратила инстинкт прятать брюшко в раковину моллюска, так как их короткое брюшко, подогнутое под тело, оказывается в таком виде достаточно хорошо защищенным от повреждений. От своих предков — древних раков-отшельников — камчатские крабовидные раки унаследовали несимметричное строение клешненожек (левая клешня заметно меньше правой) и недоразвитие последней пары грудных ног (у отшельни-

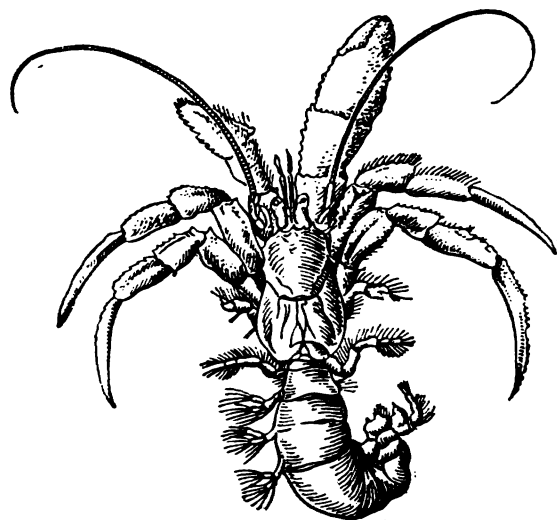


Рис. 154. Рак-отшельник, освобожденный от раковины.

ков эта пара конечностей бывает закрыта раковиной). Этими признаками «восьминогие» крабовидные раки уже с первого взгляда легко отличаются от «десятиногих» настоящих крабов.

ВЫМЕРШИЙ КЛАСС ТРИЛОБИТОВ

В более древних морских отложениях — слоях, относящихся к кембрийской, силурийской и девонской системам, — в больших количествах встречаются остатки *трилобитов* — животных, ранее причислявшихся к ракообразным, но ныне выделяемых в особый, более примитивный класс членистоногих животных.

Для трилобитов характерна овальная форма тела с ярко выраженным метамерным строением. Двумя продольными бороздами их спинная сторона разграничивалась на более выпуклую среднюю часть и две боковые (рис. 155). Спереди имела пара усиков, а все остальные многочисленные конечности (не исключая и головных) имели совершенно одинаковое двуветвистое строение. Трилобиты ползали по морскому дну, а в случае опасности свертывались клубочком — под защиту твердых звеньев своего членистого спинного панциря (в таком виде они нередко встречаются в горной породе).

В свое время трилобиты были очень многочисленны и разнообразны: науке известно более 2000 отдельных видов. Однако к концу палеозойской эры эта примитивная группа вымерла без остатка, уступив свое место придонным животным более совершенного строения (в том числе и настоящим ракообразным).

Благодаря своей многочисленности и приуроченности к определенным периодам жизни Земли, трилобиты служат для геологов «руководящими ископаемыми», по которым определяется геологический возраст исследуемых слоев (у нас такие древние отложения с трилобитами выходят на поверхность в Ленинградской области).

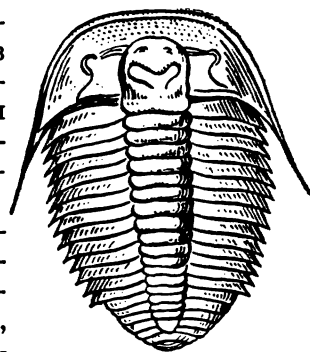


Рис. 155. Один из силурийских трилобитов.

КЛАСС ПАУКООБРАЗНЫХ

Паукообразных легко отличить от других членистоногих по двум наиболее заметным признакам: у них нет усиков, а на груди имеется 4 пары ходильных ног. Кроме собственно *пауков*, которые ткут паутину, к этому классу относятся также *сенокосцы*, *скорпионы* и *клещи*.

Более подробно строение тела паукообразного можно рассмотреть на каком-нибудь крупном пауке, например на пауке-крестовике.

Паук-крестовик

Во второй половине лета в лесах и садах часто встречаются *пауки-крестовики* (несколько похожих между собой видов). Их легко узнать по гладкому шарообразному брюшку, на котором сверху по буроватому

фону выступает светлый узор в виде крестика (отсюда и название). Паутина у них также имеет очень характерную форму в виде вертикально натянутой сети и состоит из многочисленных оборотов спиральной нити, которые поддерживаются прямыми паутинными нитями, лучеобразно расходящимися из одного центра (рис. 156).

Форма тела. Тело паука явственно подразделено на две части — на головогрудь и брюшко, соединенные между собой тонким перехватом. Рассматривая головогрудь через лупу, на ней можно заметить две косые бороздки — место спайки головы с грудью; на головном отделе расположены глаза и ротовые части, а грудной отдел несет 4 пары длинных ходильных ног. На нижней стороне

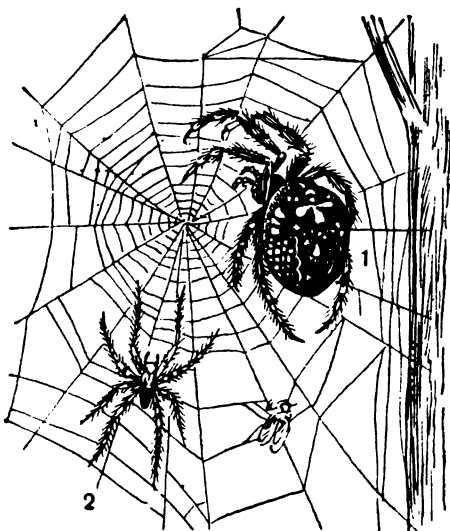


Рис. 156. Паук-крестовик:

1 — самка; 2 — самец.

брюшка, у его заднего конца, находятся паутинные бородавки, через которые паук выделяет паутину (рис. 157).

Воздушное дыхание. Паук — житель наземной среды и дышит атмосферным воздухом. На нижней стороне брюшка, в самом его начале, можно при помощи лупы рассмотреть две блестящие выпуклые бляшки — это пластинки, которые прикрывают отверстия, ведущие в «легкие» паука. Каждое «легкое» у паука — это углубление, в котором расположены маленькие листовидные выросты; через их тонкие стенки и совершается газообмен между кровью, которая заходит в эти выросты, и атмосферным воздухом, проникающим в «легкие».

Кроме «легких», органом дыхания у паука служат также разветвляющиеся в брюшке воздухоносные трубочки — трахеи; они открываются одним общим отверстием на нижней стороне тела (рис. 157, 8).

Постройка паутины. Паук — хищник; он охотится на летающих насекомых. Однако бескрылый и тяжеловесный паук не может гоняться за ними, подобно стрекозе или ласточке: он, подобно птицелову или рыбаку, расставляет на пути своей жертвы ловчие сети (рис. 158). Только тогда, когда крылатое насекомое само попадет в его тенета, паук может напасть на свою добычу, умертвить ее и приняться за еду.

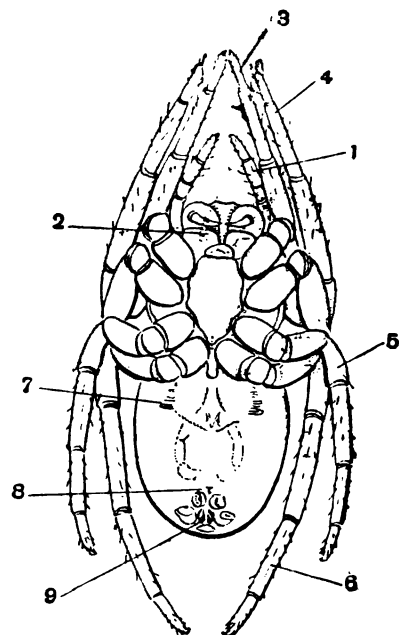


Рис. 157. Крестовик (самка) с нижней стороны:

1 — тупальца; 2 — нижние челюсти (хелиперы); 3—6 — ноги; 7 — щели легочных мешков; 8 — отверстие дыхательных трубок; 9 — паутинные бородавки.

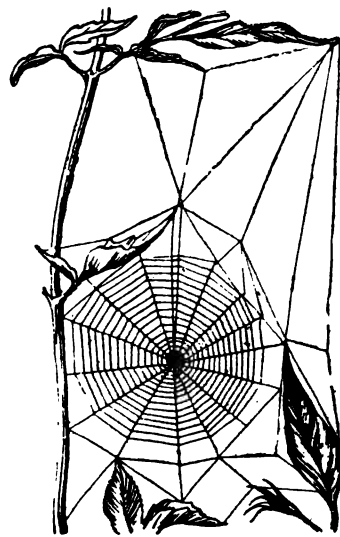


Рис. 158. Сеть крестовика, натянутая между листьями.

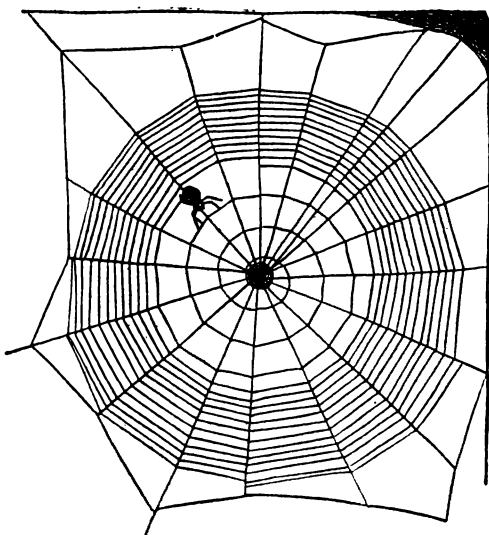


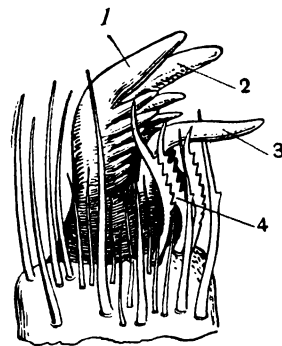
Рис. 159. Круговая сеть крестовика.

Материал для устройства ловчей сети доставляют пауку его объемистые паутинные железы, которые помещаются внутри брюшка. Оттуда через мельчайшие отверстия на паутинных бородавках выступает тягучая жидкость, которая при движении паука вытягивается в тончайшие нити. Эти липкие нити затем слипаются вместе и быстро затвердевают на воздухе.

Паутинные бородавки, через которые выделяются нити паутины, можно рассмотреть на нижней стороне брюшка, у самого его конца. Их три пары, и каждая из них выделяет паутину особого сорта и особого назначения. Через одну пару выделяется более прочная, гладкая паутина, составляющая механическую основу сети, через другую — те липкие нити, к которым приклеиваются попавшие в сеть насекомые, а через третью — нежные, шелковистые нити, идущие для устройства яйцевого кокона (у самцов на такую паутину выделяется сперма, передаваемая при спаривании самкам).

При постройке паутины паук прежде всего протягивает нити, которые образуют главную основу всего сооружения, и прикрепляет их к окружающим предметам. Устроив наружную раму своей паутины, паук начинает проводить лучеобразно расходящиеся нити, а затем, покончив с этой работой, принимается соединять эти ради-

Рис. 160. Конец лапки крестовика с двумя гребенчатыми коготями (1, 2), с добавочным коготком (3) и зазубренными щетинками (4).



усы новой нитью, располагая ее в виде непрерывной круговой спирали (рис. 159). По своим свойствам эта спиральная нить отличается от прежних прямых нитей: она твердеет на воздухе, но остается клейкой — к ней-то и прилипают попадающие в паутину насекомые. Пауку помогает здесь и сила тяжести, когда он спускается на паутинной нити сверху вниз и таким образом натягивает вертикальные нити, и сила ветра, когда он натягивает новые нити в стороны и прикрепляет их концы к соседнему дереву.

Раскидывая паутину, паук как бы вяжет свои тенета. На концах ножек у него имеются особой формы коготки — два подвижных в виде изогнутых гребенок и перед ними еще один неподвижный (рис. 160). При постройке паутины этот неподвижный коготь ведет нить, а подвижные гребенки переплетают ее с поперечными нитями; в результате и получается прочная ловчая сеть.

Коготки на лапках имеют и другое значение: при их помощи паук держится на паутине и двигается по ней, не запутываясь сам в своих тенетах.

Ловля и поедание добычи. Раскинув свою сеть, крестовик усаживается либо в самом центре, откуда расходятся радиальные нити, либо где-нибудь в укромном уголке по соседству с тенетами: в этом случае он соединяет себя с сетью, протянув к ней сигнальную нить.

Когда в сеть попадет какое-нибудь насекомое и, прилипнув к ней, начнет барахтаться и жужжать, нити паутины приходят в быстрое колебательное движение и паук (если он даже сидит в стороне

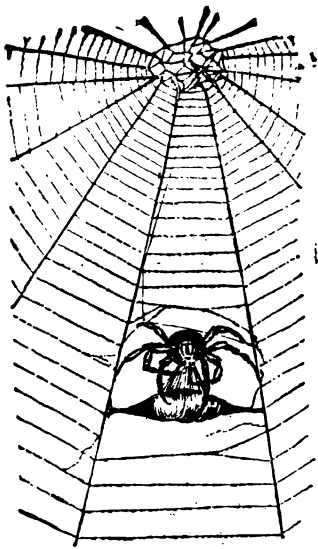


Рис. 161. Паук завертывает свою добычу в паутину.

и соединен с тенетами только сигнальной нитью) узнает о случившемся при помощи волосков, покрывающих ножки и служащих органом осязания.

Кроме того, паук видит происходящее при помощи четырех пар глаз, расположенных на верхней части головного отдела. Эти восемь глаз направлены в разные стороны: при полной неподвижности и самих глаз и всей головы, плотно спаянной с грудью, такое расположение их имеет очень важное значение, позволяя пауку одновременно видеть окружающие предме-

ты (ср. с речным раком, у которого голова также спаяна с грудью, но глаза сидят на подвижных стебельках).

Набрасываясь на попавшее в паутину насекомое, паук прежде всего пускает в ход верхние челюсти, на которых последний членик имеет форму острого подвижного когтя. При основании челюстей имеются ядовитые железы, и когда челюсти вонзаются в тело пойманного насекомого, яд через отверстие в когте попадает в ранку и убивает добычу (ср. с ядовитыми зубами у змей). Это же оружие паук применяет и для защиты: крупный крестовик может чувствительно ужалить неосторожного наблюдателя в палец (во избежание укуса живого крестовика следует брать либо за бока его брюшка, либо при помощи пинцета).

Когда насекомое убито, паук либо обволакивает его паутинной тесьмой и оставляет в таком спеленутом виде «про запас» (рис. 161), либо, если он голоден, сразу принимается за еду. Тут паук пускает в дело свои нижние челюсти. Ими паук не размельчает, а разминает свою добычу, обращая ее в внутренности в полужидкую кашу, которую он всасывает через глотку, так что от съеденного насекомого остается только хитиновая шкурка. Нижние челюсти у пауков снаб-

жены членистыми щупальцами, похожими на ножки, но более короткими.

Размножение и развитие пауков. По строению челюстных щупалец легко отличить у пауков самцов и самок. У самок последний членик щупалец не толще других, а у самцов он утолщенный и на нем сидит грушевидный придаток. Это очень своеобразный орган — семенной мешок, куда самец в период размножения набирает семенную жидкость, которая выделяется из его полового отверстия (оно расположено на нижней стороне брюшка, в его передней части), а во время спаривания переносит ее в семеприемник самки. Кроме того, самцы резко отличаются от самок и по своему внешнему облику: они гораздо мельче и слабее самок и брюшко у них более стройное, так как органы размножения у них менее объемисты, чем яичники самок, и слабее развиты паутинные железы.

Спаривание у пауков происходит в конце лета. Ему предшествует своеобразное «заигрывание» проворного в своих движениях самца с малоподвижной в это время самкой, «хозяйкой» паутины, — процесс, за которым стоит понаблюдать, сохранив ради этого сеть, раскинутую самкой крестовика где-нибудь на фоне окна дачной веранды или в углу террасы. После окончания спаривания самец поспешно удаляется, инстинктивно избегая опасности, так как поведение самки в это время коренным образом изменяется: она относится к своему «супругу» только как к возможной живой добыче и нередко умерщвляет неосторожного самца.

Осенью оплодотворенная самка делает желтоватый кокон из особого сорта паутины и откладывает в него несколько сотен яиц. Этот кокон паучиха прикрепляет где-нибудь в укромном месте, например в трещине коры. Весной из яиц вылупляется множество крошечных паучков, которые первое время держатся вместе, сплетая общее гнездо величиной с горошину.

Найдя такие коконы, попробуйте облить их водой или погрузить в воду, и вы увидите, какое значение для яиц и для молодых паучков имеет одевающий их шелковистый кокон.

Пауки-тенетники и бродячие пауки

Кроме крестовиков, у нас в средней полосе СССР живет еще свыше 300 видов пауков. Различные семейства и различные роды различаются между собой не только по внешним признакам, но и по своим повадкам и по «индустрии», то есть по способности ткать паутину.

Пауки живут в жилых помещениях, в кладовых, в сараях, на чердаках и т. д.

Домовый паук. Паутину, которая появляется по углам наших комнат и других помещений, устраивает *домовый паук*. Его паутина всегда бывает натянута горизон-

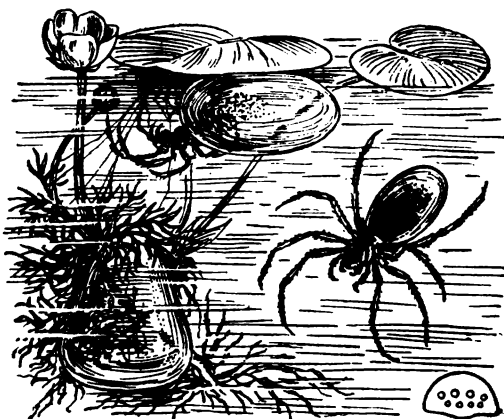


Рис. 162. Водяной паук, или серебрянка. Внизу справа — расположение его глаз.

тально в виде гамака, а к ней пристраивается трубка, в которой сидит паук, подстерегая добычу, и в которой он затем выводит свое потомство.

Водяной паук, или серебрянка. *Паук-серебрянка* (цветн. табл. I, рис. 162) живет под водой, но, подобно всем другим паукам, дышит атмосферным воздухом. Тело его покрыто густым пушком, и когда он с поверхности воды ныряет вглубь, он уносит с собой застрявшие между волосками пузырьки воздуха и оттого кажется серебристым и блестящим, точно капелька ртути. Под водой он устраивает жилище в виде колпачка или колокола из лакированной паутины величиной с наперсток, прикрепляя его к какому-нибудь водному растению. Затем паук начинает носить в свое жилище воздух, всплывая наверх,

а затем отряхиваясь под колпаком. Пузырек за пузырьком таскает паук в свое жилище, пока не наполнит воздухом весь колокол. На зиму серебрянка остается либо в своем подводном колоколе, заделывая его снизу, либо устраивает себе наполненное воздухом убежище в пустой раковине, заклеивая наружный вход тонким слоем паутины.

Постарайтесь добыть в пруду паука-серебрянку и посадите его в маленькую банку или стакан, куда следует поместить также какое-нибудь водное растение (элодею); кормите паука «мотылем» (красными личинками комаров-дергунов, которых легко добыть в иле на дне прудов) или дафниями и наблюдайте за его деятельностью.

Каракурт. Из числа водящихся в СССР пауков очень опасным по своей ядовитости является *каракурт* (рис. 163), который встречается в степях Украины и Нижнего Поволжья, на Северном Кавказе и в Средней Азии. Это паук сравнительно небольших размеров (менее 1,5 см), с черным брюшком, на котором можно заметить 13 красных пятнышек. Каракурт держится между камнями и в углублениях почвы и расстилает у поверхности земли редкую паутинную сеть; в нее попадают главным

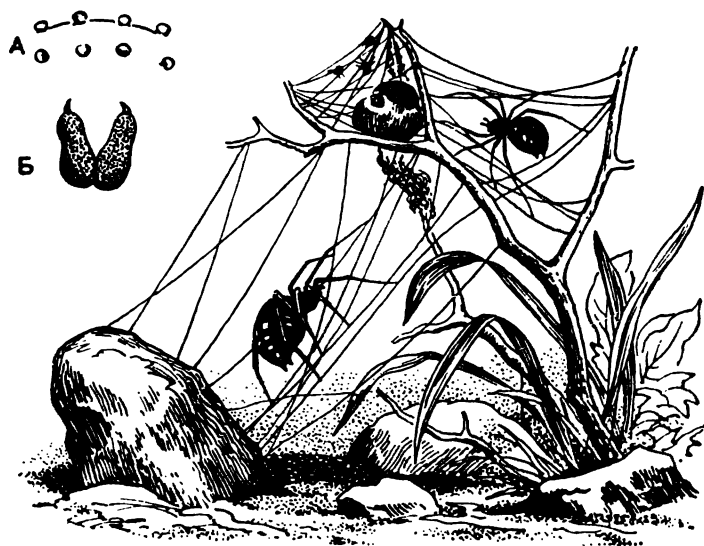


Рис. 163. Каракурт (натур. величина).

Слева наверху: А — расположение его глаз и Б — челющеры (увелич.).

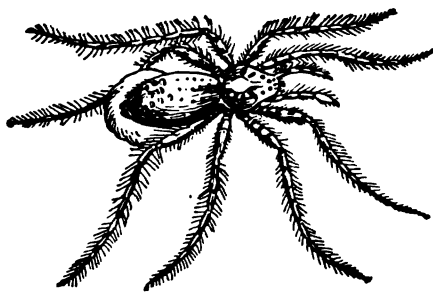


Рис. 164. Паук-мешконос — самка с яйцевым коконом (увеличено).

образом прямокрылые, с которыми благодаря своему сильному яду каракурт быстро справляется. От укусов каракурта нередко гибнет пасущийся скот — особенно лошади и верблюды; яд его бывает смертелен и для человека. Но овцы и свиньи благополучно переносят укусы каракурта и даже поедают этих пауков вместе с травой. Поэтому для борьбы с каракуртом по пастбищам сначала прогоняют овец, а уже следом за ними пускают лошадей и верблюдов.

Бродячие пауки-волки. Так называемые *пауки-волки* составляют особое семейство отряда пауков. Они не ткут ловчих сетей и «по-волчьи» преследуют свою добычу — на ходу или же бросаются на нее из засады. Такие пауки устраивают себе норки в земле, выстилая их паутиной. Материала для этого требуется, конечно, гораздо меньше, чем для постройки сложных тенет,

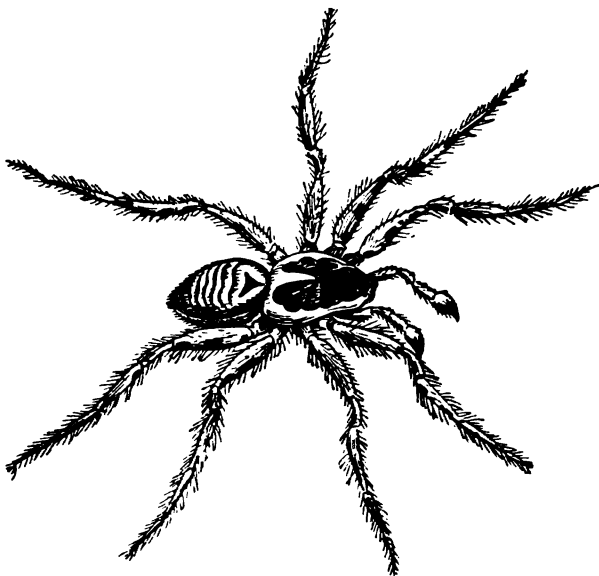


Рис. 165. Тарантул, самец (натур. величина).

и пауку-волку не нужно таких объемистых паутинных желез, какие необходимы крестовнику и другим тенетникам; наоборот, толстое и грузное брюшко мешало бы хищнику гоняться за добычей. Поэтому пауков этого семейства отличают длинные и сильные бегательные ноги и сравнительно небольшое брюшко.

Самка бродячих пауков, отложив свои яички в паутинный кокон, не оставляет его без присмотра, а таскает его на себе и охраняет до тех пор, пока маленькие паучата станут способными жить самостоятельно (рис. 164).

Если изловить самку с яйцевым коконом, отнять у нее кокон, а затем выпустить на землю и подбросить поблизости к ней кокон, можно наблюдать, как она снова подберет отнятый кокон и понесет его дальше.

Более крупные виды бродячих пауков, известные под именем *тарантулов* (рис. 165), встречаются в южных областях СССР и Западной Европы и считаются ядовитыми. Действительно, их укусы вызывают болезненную опухоль, но опасности для жизни они не представляют.

Полеты пауков

В ясные, солнечные дни в конце августа нередко случается наблюдать, как в воздухе плывут тонкие и нежные нити паутины. Ветер может занести их очень далеко, но в тихую погоду они медленно и плавно опускаются к земле, зацепляются за ветки кустарников или расстилаются по траве и колючему жнивью на полях. Осевшая повсюду паутина становится потом одной из характерных примет осени и бывает особенно заметна в утренние и предвечерние часы, когда солнце стоит близко к горизонту и его лучи играют и переливаются в блестящих шелковистых нитях, покрывающих, насколько может охватить взор, всю поверхность помертвевшего поля или луга. Ясные и теплые осенние дни, с безоблачным, голубым небом и особенной, кристальной прозрачностью воздуха известны у нас под именем «бабьего лета» (вероятно, потому, что в это время оканчивается полевая страда, в былые времена

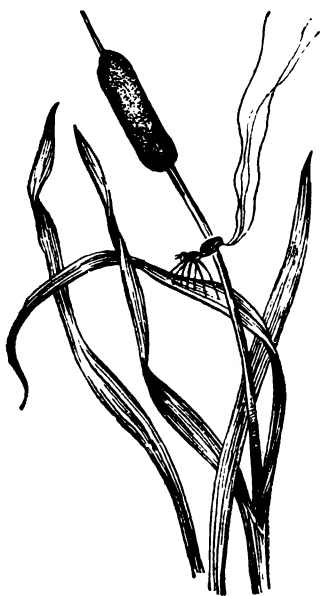


Рис. 166. Паук, приготовившийся к полету.

падавшая почти целиком на долю женщины).

Изобилие летающей и стелющейся паутины настолько тесно связано с такими солнечными осенними днями, что иногда, за неимением другого подходящего названия, и эта паутина также слывет под именем «бабьего лета».

Если летящую паутинную нить осторожно подцепить на палку, то можно обнаружить на ней маленьких паучков, которые, почувствовав опасность, торопливо спасаются бегством. На этот раз паутина служит для лишенного крыльев паука летательным аппаратом; держась на выпущенной им паутинной нити, маленький паучок несется по воздуху совершенно так же, как летят благодаря своему «хохолку» плодики одуванчика и чертополоха или пушистые семена иван-чая и осины. Понятно, что на паутине, которая зацепилась за куст или опустилась на траву, мы паучков уже не найдем: воздушный корабль отслужил свою службу и пассажиры давно его покинули.

Особенно любопытно проследить, как паучок готовится к полету (рис. 166). В теплые солнечные дни, когда тянет легкий ветерок, паучки взбираются на какой-нибудь возвышенный над землей предмет, откуда их легко может подхватить движе-

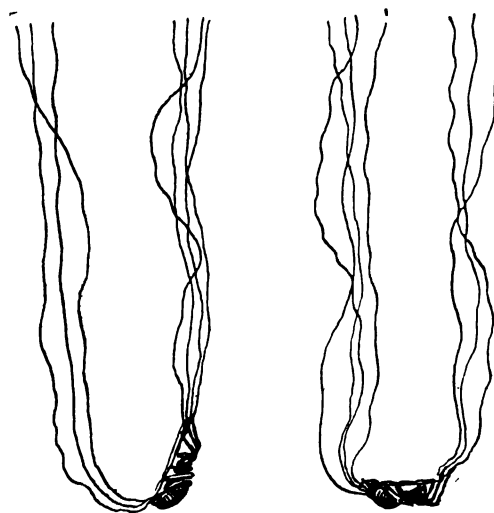


Рис. 167. Паук во время полета.

ние воздуха. Такими предметами будут, например, верхние перекладины изгородей, перила мостов, межевые столбики. Забравшись наверх, паучок сначала обыкновенным приемом начинает выпускать паутинную нить, а затем поднимает конец брюшка как можно выше, крепко держась на своем месте всеми восемью ногами. Порыв ветра подхватывает выпущенную нить и вытягивает ее в длинную петлю. Тогда паучок перекусывает паутину у того конца, которым она была прикреплена к площадке; освободившийся конец начинает развеваться по воздуху, и нить очень быстро вырастает в длину, так как ветер с силой вытягивает ее из паутинных бородавок паука. Когда эта нить вытянется на 2—3 м, паучок отцепляется от своей площадки, поджимает ноги к телу и паутина, подхваченная ветром, уносит его с собой в воздушное путешествие (рис. 167).

Таким образом, выделяемая паутина помогает молодым и еще слабосильным паучкам расселиться по большому пространству и этим предотвратить излишнюю скученность, которой невольно приходится избегать всем хищникам.

Инстинкт как основа поведения пауков

Сложное поведение пауков — их «индустрия», то есть постройка ловчих сетей, летных приспособлений, подземных или подводных жилищ, а также развитая у мно-

гих видов «забота о потомстве» — может показаться проявлением разумной деятельности такого же порядка, как и сознательная деятельность человека. Однако изучение образа жизни пауков ясно показывает, что основой их психологической деятельности оказываются более или менее сложные инстинкты, то есть свойственные каждому отдельному виду определенные нормы поведения, которые не приобретаются личным опытом, а составляют видовой признак данного животного. Подобно всем другим видовым признакам — определенной форме тела, расположению глаз, рисунку на поверхности брюшка и т. д., — инстинкты наследуются из поколения в поколение и сразу, уже в готовом виде, проявляются в соответствующем возрасте или на соответствующей стадии развития.

Так, например, поворожденные детеныши крестовика, выходящие из яйцевого кокона только на следующую весну, то есть через несколько месяцев после смерти своих родителей, держатся в этом коконе все вместе, но в случае опасности разбегаются в разные стороны — «рассыпаются, как бисер». Такое их поведение оказывается очень целесообразным: если нельзя, как говорит пословица, сразу гоняться за двумя зайцами, то еще затруднительнее преследовать за один раз сотню разбегающихся во все стороны паучат. Но вот опасность миновала, и крошечные паучата снова собираются под кров устроенного матерью шелковистого кокона, хорошо защищающего их от дождя и росы.

Совсем иначе ведут себя детеныши странствующих пауков — тарантулов и более мелких форм восьминогих «волков». У этих видов самки «заботливо» таскают с собой свой яйцевой кокон, а когда из яиц вылупляются детеныши, они начинают ползать по телу матери или неторопливо бродят вокруг нее. Однако при малейшей тревоге паучата мгновенно собираются тесной кучей на туловище матери, которая действительно может защитить их от нападений.

Но идут за днями дни, и тесная «дружба» между братьями и сестрами исчезает: подросшие хищники разбредаются врозь и при встрече относятся друг к другу уже

как к возможной добыче. Этот новый инстинкт также оказывается очень целесообразным, так как несколькими хищникам бывает трудно прокормиться на одном месте и каждый из них занимает для себя отдельный охотничий участок.

Молодые паучки-паутинники начинают ткать тенета, и при этом оказывается, что они, никогда не выдавшие, как это делали их родители, сразу же «умеют» их строить, и притом именно так, как это свойственно данному виду пауков: крестовики — в виде вертикально натянутой сети, пауки рода линифия — в виде горизонтально расположенного свода. Никто не учит паука-серебрянку строить его подводный колокол и носить в него воздух и т. д.

Нас не должно удивлять, что эти наследственные нормы поведения оказываются хорошо соответствующими жизненной обстановке животного: в результате постоянного действия отбора животные; не удовлетворяющие «требованиям» среды по своим телесным признакам или по свойственным им инстинктам, неминуемо подлежат уничтожению. Даже такие на первый взгляд действия, как причудливые позы и «танцы», предшествующие у пауков спариванию, находят себе объяснение в том, что пауки лишены обоняния и ясно видеть могут только на близком расстоянии: поэтому зрительные сигналы остаются для них почти что единственным способом, чтобы быть замеченными особями другого пола и при этом не быть принятыми за приближающуюся добычу. Те пауки, у которых не проявился бы в соответствующий момент наследственный инстинкт «брачных игр», или «танцев», либо остались бы неоплодотворенными, либо были бы съедены, подобно неосторожно приблизившемуся насекомому, то есть и в том и в другом случае остались бы без потомства.

Следовательно, несмотря на внешнее сходство поведения пауков с проявлениями разумной деятельности, мы не имеем никакого права «очеловечивать» их поступки или прилагать к ним какую-либо моральную оценку. Нам не должно казаться непонятным противоречием поведение самки тарантула, которая после спаривания нередко «каннибальски» поедает не успевшего убежать самца, а затем оказы-

вается чрезвычайно «нежной» матерью, «заботливо» таскающей с собой повсюду свой яйцевой кокон, а после вылупления паучат столь же «заботливо» охраняющей свое многочисленное потомство.

Дело в том, что у пауков жизнь самца после выполнения им своей половой функции уже не представляет ценности для сохранения вида, и у самок после спаривания вступает в силу их обычный инстинкт по отношению к ползающей добыче. Что же касается материнских «забот о потомстве», то, если бы соответствующего инстинкта в соответствующую пору жизни у самки не проявилось, ее мелкое, слабое и незащищенное потомство было бы обречено на гибель, и, следовательно, всякое отклонение от этой полезной (в данных условиях!) для видовой жизни нормы поведения неизменно сметается действием естественного отбора.

Как мы увидим далее, такими наследственными инстинктами определяется поведение и насекомых, особенно сложное у пчел, ос и муравьев.

Отряд сенокосцев

Среди других наших паукообразных *сенкосцы* выделяются своими непомерно длинными и тонкими ногами, поддерживающими сравнительно небольшое тельце (рис. 168). Днем они малоподвижны и сидят в трещинах коры на деревьях, в пазах бревенчатых стен и в других укромных уголках; к ночи же становятся более оживленными и выходят на охоту за мелкими насекомыми и паучками. Если, желая поймать сенокосца, мы схватим его за одну из его длинных ног, то нога легко отрывается и остается у нас в руках, а сам он на оставшихся ногах уходит от опасности. Оторванная нога в течение многих минут продолжает судорожно подергиваться; это движение обыкновенно сравнивают с движением косы при сенокосе, и отсюда возникли общеизвестные названия «паук-коси-сено» или «сенокосец».

«Паук-коси-сено» обыновен повсюду и нередко встречается на стенах наших домов, так что наблюдать и изучать его очень легко.



Прежде всего мы можем видеть, что тело сенокосца имеет в целом яйцевидную форму и между головогрудью и брюшком нет перехвата, какой имеется у крестовика. Никогда мы не увидим сенокосца ткающим паутину, устраивающим себе логовище или спускающимся на тонкой паутинной нити; никогда не найдем мы и самки с яйцевым коконом, какой носят с собой странствующие пауки-волки. Если же мы рассмотрим его в лупу, то увидим, что брюшко у сенокосца подразделено на сегменты, что на нем нет паутинных бородавок и что первая пара ротовых конечностей имеет вид маленьких клешней.

Свои яйца самки сенокосцев помещают в почву, зарывая их при помощи вытягивающегося у них на большую длину яйцеклада.

Все эти существенные признаки, отличающие сенокосцев от крестовика и от других пауков-паутильников, заставляют отнести их уже к другой группе — к особому отряду *сенокосцев*.

Непомерно длинные ноги, как легко убедиться, не придают особой быстроты бегу сенокосца, и значение их своеобразных особенностей, по-видимому, иное: и у сидящего и у ползущего сенокосца тело всегда окружено целым частокотом конечностей, с которыми прежде всего и встречается нападающий на него хищник. Схваченная ножка, как известно, легко отрывается и своими судорожными подергиваниями отвлекает внимание преследователя, между тем как сенокосец продолжает уходить на уцелевших ногах: их у него остается еще достаточно. Поэтому нередко приходится встречать сенокосцев с неполным количеством конечностей (утраченные ноги у них не регенерируют).

Легкость, с какой у сенокосца отрывается любая нога, производит впечатление, как будто она очень «слабо сидит», а

мы слишком неосторожно ее дернули. Однако на самом деле у сенокосца ноги прикреплены к телу достаточно прочно, и их отбрасывание зависит от особого мускульного движения, которое делает сенокосец при сильном раздражении его ноги. Такое самокалечение (или автотомия) наблюдается и у многих других животных, например у крымской многоножки-мухоловки (см. далее, стр. 178), у некоторых раков, у наших обыкновенных ящериц.

Иногда в саду или в лесу попадают сенокосцы, у которых на теле или на ногах можно заметить маленькие кругловатые тельца ярко-красного цвета. Эти красные тельца — представители другого отряда паукообразных — личинки клеща, живущие на теле сенокосцев в качестве наружных паразитов.

Отряд скорпионов

Особый отряд в классе паукообразных составляют *скорпионы*. Они обитают в тропических странах и в более южных областях умеренного пояса. У нас в СССР скорпионы встречаются в Крыму, на Кавказе, в низовьях Волги и в республиках Средней Азии.

По общему облику (рис. 169) скорпиона можно было бы принять за рака, но сходство это оказывается очень поверхностным: у скорпиона нет усиков, клешнями вооружены у него не грудные, а головные конечности (ногощупальца — придатки второй пары челюстей), дышит он при помощи легочных мешков и общее число

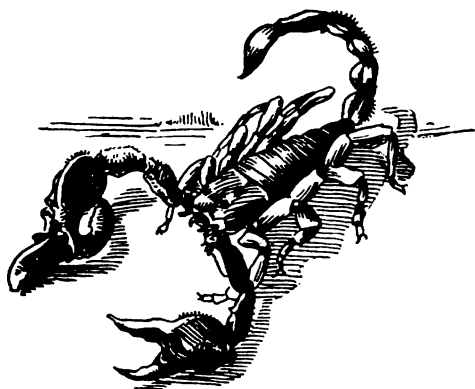


Рис. 169. Скорпион.

конечностей у него такое же, как у настоящих пауков.

Очень своеобразное строение имеет у скорпиона брюшко. Оно членистое, и в нем легко различить два отдела: передний отдел его широкий, а задний тонкий и подвижный, похожий на хвост. Задний отдел оканчивается изогнутым в виде когтя ядовитым жалом.

Жало служит скорпиону и для нападения и для защиты: скорпион ползает, закинув над спиной хвостовидный конец своего брюшка и всегда готов пустить в дело свое жало. Яд скорпиона сразу убивает насекомых, а человеку может причинить сильную боль и вызвать болезненную опухоль.

Питается скорпион насекомыми и пауками: на охоту выходит по ночам, а днем прячется под камнями и т. п. Для ловли добычи скорпиону служат сильные клешни, которыми оканчиваются длинные щупальца второй пары челюстей. Схватив клешнями свою жертву, скорпион поднимает ее над головой и убивает жалом (вспомните, чем умерщвляет свою добычу крестовик). После этого скорпион подносит убитое насекомое ко рту, надкусывает его верхними челюстями и принимается высасывать.

Таким образом, две пары головных конечностей — верхние и нижние челюсти — развиты и у скорпионов и у пауков и имеют у них одинаковое расположение (около рта), но форма и функция этих гомологичных органов у видов того и другого отряда оказываются неодинаковыми.

Ходильные ноги скорпионов — это их грудные конечности; число и расположение их такое же, как и у пауков.

Дыхание у скорпионов легочное. В отличие от пауков, у них нет трахей, а легочных мешков на нижней стороне брюшка имеется четыре пары, и расположены они метамерно — по паре на один сегмент.

При этом на теле скорпиона ясно видно, что двойной ряд легочных мешков на брюшке служит продолжением двойного ряда конечностей, расположенных на головогрудях.

Поэтому зоологи считают такие легочные мешки за видоизменение жабр, которые у общих предков ракообразных и пауко-

образных сидели при основании брюшных конечностей, но у скорпионов и пауков в связи с переходом к наземной жизни оказались как бы впяченными внутрь, оставшись, однако, на прежнем месте исчезнувших здесь конечностей.

Самки скорпионов яиц не откладывают: яйца развиваются внутри их тела и детеныши рождаются уже живыми. Мать первое время «заботится» о своем потомстве и таскает его на спине, а затем молодые скорпионы расходятся и начинают жить самостоятельно.

Скорпионы — одна из древнейших групп наземных животных, в ископаемом состоянии известная уже из отложений силурийской системы и почти без изменений сохранившая свой внешний облик в течение нескольких сотен миллионов лет. Древний тип организации выражен у них ясной метамерией строения тела, которую более или менее утратили прочие паукообразные.

Отряд лжескорпионов

Среди старых, пыльных книг, в гербариях, ящиках с коллекциями насекомых попадает иногда маленькое существо, которое своим плоским телом, цветом и величиной напоминает обыкновенного постельного клопа, но по числу и по форме конечностей представляет как будто скорпиона в миниатюре (рис. 170). Брюшко у него членистое, но очертания его совсем

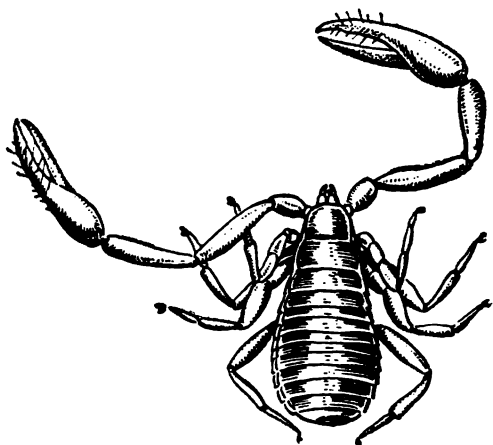


Рис. 170. Лжескорпион (увелич. в 5 раз).

другие, чем у скорпиона; на нем нет жала и есть паутинные железы.

Это так называемый *книжный лжескорпион*. Сплющенное тело помогает ему проползать в узкие щели (недаром он похож на клопа!), где он преследует и высасывает мелких личинок и пауков. Истребляя разных вредителей, портящих книги, гербарии и коллекции, сам лжескорпион оказывается очень полезным.

В природе лжескорпионы попадают под корой старых пней.

Если вам случится найти лжескорпиона, возьмите его для наблюдения в маленькую стеклянную баночку или в пробирку и дайте ему для еды каких-нибудь мелких насекомых (травяных тлей, ногохвосток с цветочных горшков) или новорожденных паучков. Пронаблюдайте, как и в каких направлениях передвигается лжескорпион, как он схватывает добычу и как поступает с ней дальше.

Отряд клещей

К отряду клещей относят таких паукообразных, у которых тело не подразделено на головогрудь и брюшко и как бы слито в один сплошной комочек; поэтому их называют также *слитнотельми*. Число ног у них такое же, как и у других паукообразных, то есть четыре пары, а ротовые части приспособлены для прокалывания и сосания. Крупных форм среди них нет, а некоторые виды настолько малы, что их можно рассмотреть только под микроскопом. В отличие от других паукообразных, клещи развиваются с превращением: у личинки бывает не четыре, а только три пары ног.

В природе клещи встречаются в огромных количествах. Так, изучение животного населения лугов под Ленинградом показало, что на 1 м² приходится иногда до 100 000 мелких клещей.

Водяные клещи, или гидракаринны. Некоторые клещи, составляющие особое семейство гидракарин, живут в воде (рис. 171). Они часто встречаются во время экскурсий на водоем, привлекая внимание яркой киноварно-красной окраской. Если такого клеща пустить в аквариум к

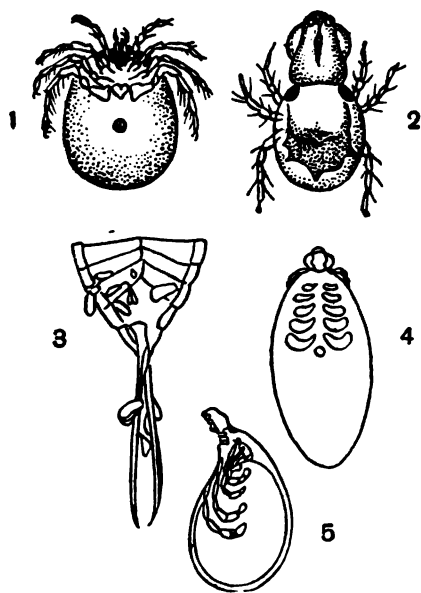


Рис. 171. Красный водяной клещ (увелич.):

1 — самка внизу; 2 — только что вылупившаяся из яйца личинка; 3 — задний конец брюшка «водяного скорпиона» (из клопов) с прикрепившимися к нему подросшими личинками клеща; 4 — одна из таких личинок; 5 — зрелая личинка перед линькой.

рыбам, некоторые рыбки набросятся на предложенную добычу, но тотчас же извергнут ее изо рта обратно: очевидно, тело водяного клеща выделяет какое-то едкое или неприятное на вкус вещество, которое делает его несъедобным. В дальнейшем мы увидим, что те же рыбки уже перестанут обращать внимание на копошащихся в воде красных клещей: перед нами хороший пример яркой предостерегающей окраски, связанной с несъедобностью и имеющей для ее носителя важное защитное значение (легко понять, что сами по себе ядовитость и неприятный вкус, не сопровождаемые хорошо заметным предостерегающим знаком в виде яркой окраски, не избавили бы животное от постоянных нападений со стороны различных преследователей).

По способу питания взрослые гидракины — хищники: они нападают на дафний, циклопов и других мелких обитателей пресной воды.

Из отложенных самками яичек выходят маленькие красные личинки, которые ве-

дут паразитический образ жизни; их можно найти на стрекозах, на водяных клопах, на комарах, то есть на таких насекомых, которые либо живут в воде, либо начинают в ней свое развитие.

Наземные краснотелки. Такие же яркие сухопутные клещи относятся к роду *краснотелок*; их личинок можно бывает обнаружить на теле пауков-сенокосцев.

На жуках, которые живут в навозе или на падали (навозники, могильщики) и на других насекомых, которые роются в земле, часто можно видеть маленьких желтоватых личинок *жучьих клещей*, быстро бегающих по брюшной стороне жука (рассмотрите в лупу!).

Птичьи клещи. Если содержащиеся в клетках птицы бывают беспокойны по ночам, то это обыкновенно означает, что их мучают мелкие кровососы — *птичьи клещи*. Для борьбы с ними следует сделать птицам жердочки из пустого внутри тростника и ежедневно выколачивать их над листом белой бумаги или, еще лучше, пропускать через них струю кипятка: этим можно избавить птиц от паразитов, которые, подобно нашим постельным клопам, днем прячутся во всех щелях (выгнанных при выколачивании жердочек клещей рассмотрите при помощи хорошей лупы).

Пастбищные клещи. Группу более крупных клещей, нападающих на млекопитающих и человека, называют обыкновенно пастбищными клещами. Их нам нередко приходится обнаруживать у себя на теле после летних прогулок, но гораздо чаще и в более обильном количестве они встречаются в летнее время на коже у собак и пасущегося скота. На свою жертву они нападают с различных лесных растений, за которые задевают проходящие животные или люди.

Голодный клещ имеет вид маленького, довольно проворного паучка размерами в 2—3 мм (рис. 172). Рассматривая его в лупу, можно видеть особенности его ротовых частей: первая пара челюстей у него сложена вместе и образует направленный вперед хоботок, который по бокам снабжен зазубринками, прочно удерживающими его в коже подвергнувшегося нападению животного; по бокам хоботка видна вторая пара челюстей в виде двух щупалец.

Вонзив свой хоботок в кожу животного или человека, клещ начинает сосать кровь, и тело его раздувается до размеров крупной горошины. Впившегося клеща почти невозможно вытянуть, не оборвав его хоботка, который остается в ранке и вызывает зуд и опухоль; чтобы освободиться от клеща, нужно смазать его каким-нибудь маслом или вазелином, которые закупоривают отверстия трахей и, вызывая у клеща беспокойство, побуждают его высвободить хоботок и переменить место.

Клещи и пироплазмоз. До конца прошлого столетия пастбищных клещей считали довольно безобидными существами и полагали, что вред от них ограничивается только тем беспокойством, которое они причиняют человеку и животным своими укусами. Однако в 1893 году американские ученые Смит и Кильборн впервые обнаружили в кровяных тельцах крупного рогатого скота, болеющего так называемой «техасской лихорадкой», возбудителя этой болезни и установили, что этот микроорганизм, принадлежащий к классу споровиков и получивший родовое имя «пироплазма», передается через укусы пастбищных клещей.

В последующие годы в различных странах был обнаружен целый ряд подобных же кровяных паразитов у различных млекопитающих: крупного рогатого скота, лошадей, собак, овец. Вызываемые ими заболевания получили название пироплазмозов; они носят характер тяжелых лихорадок, сопровождаемых выделением кровавой мочи, желтухой и сильным истощением. Было установлено также, что передатчиками всех форм пироплазмозов оказываются различные виды пастбищных клещей, которые в распространении этих заболеваний играют такую же роль, как комар анофелес при распространении малярии.

«Кровавая моча» причиняет большой урон животноводству и в нашей стране, вызывая иногда до 60% смертности. Эта болезнь особенно распространена в некоторых районах Ленинградской области, Северного Кавказа и Средней Азии.

В прежние времена, когда причина болезни не была еще известна, было замечено, что «кровавая моча» появляется

тогда, когда скот весной выгоняют на пастбище, и что эта болезнь распространена главным образом в сырых местностях. Оказалось далее, что как раз в тех районах, где скот особенно часто поражен пироплазмозом, там и клещи на коровах наблюдались в наибольшем количестве, а где скот меньше подвергался нападению клещей, там и заболевания «кровавой мочой» наблюдались реже.

Поэтому в борьбе с пироплазмозами огромное значение имеет защита животных от нападения клещей.

В одних случаях это достигается сменой пастбищ с перегоном скота в местности, где клещей наблюдается меньше. Более же действенной мерой оказывается применение мышьяковистых растворов, убивающих клещей на теле возвращающихся с пастбищ животных. Перед тем как пустить скот в хлев, его прогоняют через узкие огороженные проходы, в которых животных либо опрыскивают из гидропульта жидкостью, убивающей клещей, либо заставляют переправляться через наполненный этой жидкостью бассейн и принять по пути мышьяковую ванну. Такое купание не только убивает присосавшихся или ползающих по телу клещей, но и почти на целую неделю вперед предохраняет обработанное животное от их нападения.

Клещи и энцефалит. Помимо огромного вреда, причиняемого клещами животноводству, уже в самые недавние годы была выяснена огромная опасность, которую в некоторых областях нашей страны представляют клещи для здоровья и жизни самого человека.

В начале 30-х годов в Москву стали поступать известия, что в Сибири появилось новое заболевание, которое врачи определили как энцефалит — болезнь, известную до сих пор только в Японии и в некоторых местностях Америки. Уже в первый же день температура у больного повышается до 40—41°, наступает потеря сознания и паралич шейных и отчасти



Рис. 172. Собачий клещ.
(сытая самка).

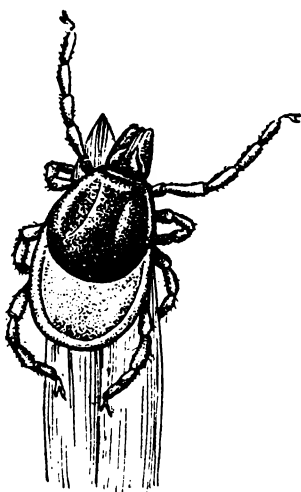


Рис. 173. Таяжный клещ в «позе ожидания» (увеличено).

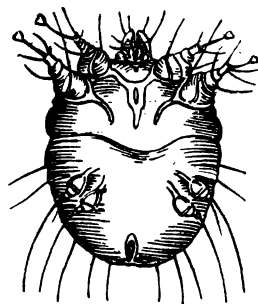


Рис. 174. Чесоточный клещ (сильно увеличено).

плечевых мышц. При таком бурном течении болезни она нередко уже в первые дни приводит к смерти; в тех же случаях, когда больной выживает, он поправляется чрезвычайно медленно, причем здоровье его очень редко восстанавливается в полной мере.

В 1938 и 1939 годах для выяснения природы этого заболевания и изыскания путей борьбы с ним были отправлены экспедиции, состоявшие из врачей, микробиологов и зоологов, под общим руководством одного из крупнейших специалистов по медицинской зоологии академика Е. Н. Павловского. В глухой тайге, среди болот, подвергаясь опасности самим заболеть энцефалитом, самоотверженно работал коллектив советских ученых и общими силами разрешил поставленную задачу.

Путем тщательного количественного учета клещей и различных кровососущих насекомых, в которых можно было подозревать передатчиков болезни, Е. Н. Павловскому и его сотрудникам удалось выяснить, что заболевания энцефалитом усиливаются в тот период, когда наблюдается всего больше клещей. Было выяснено далее, что зараженные клещи могут привить энцефалит и различным млекопитающим, например очень распространенным в тайге бурундукам, которые, следовательно, в свою очередь становятся источником заражения для новых клещей, а через них и для человека.

Позднее список животных — «укрывателей» вируса энцефалита — пришлось значительно расширить. Увеличился и перечень опасных заболеваний, распространяемых различными видами клещей (клещевой возвратный тиф, клещевой сыпной тиф и др.).

Вместе с тем врачи и микробиологи установили, что так называемый «таяжный энцефалит» не совпадает с ранее известными формами энцефалита и вызывается особым возбудителем. Удалось выработать и способ лечения таяжного энцефалита в виде применения особой сыворотки, которая снизила процент смертности с 20 до 8.

Со своей стороны зоологи, выяснившие, что передатчиками энцефалита оказались клещи (рис. 173), наметили профилактические меры против заражения, в том числе и химический метод борьбы с клещами¹.

Чесоточные клещи. Непосредственно вредят человеку *чесоточные клещи*, или *зудни*, — микроскопически мелкие (0,2—0,5 мм) паразиты, которые внедряются в кожу человека и, прокладывая в ней свои ходы и галереи, загрязняют их своим пометом и сброшенными при линьке шкурками (рис. 174). Этим они вызывают чесотку — болезнь, поражающую преимущественно неопытных людей. Чесотка поражает также домашних животных и может перейти на человека от лошадей и коз.

Лечение чесотки производится путем втирания в кожу мазей и маслянистых веществ, а у животных чесотка излечивается, кроме того, в особых газовых камерах, где тело животного подвергается действию ядовитого сернистого ангидрида, убивающего паразитов, а голова его выставляется наружу через особое окошечко с вделанным в него мешком из промасленного брезента или кожи, плотно охватывающим шею.

¹ О работе акад. Е. Н. Павловского и его сотрудников по изучению природной очаговости болезней, передаваемых клещами, комарами и москитами (клещевой энцефалит, клещевой сыпнотифозной лихорадки, пендинской язвы), см. очерки А. Поповского «Вдохновенные искатели» (М., Детгиз, 1957) или «В борьбе за жизнь» (М., изд. «Правда», 1947).

Особый вид чесоточных клещей вызывает у кур так называемую «известковую ногу» — болезнь, которая может привести к омертвлению пальцев и к сильному истощению птицы. Образовавшуюся на ногах корку размачивают полужидким зеленым мылом и после этой предварительной подготовки втирают в пораженные участки кожи дегтярную или креолиновую мазь.

Клещи — вредители продовольственных запасов. Наши продовольственные запасы портят очень мелкие, почти микроскопических размеров *амбарные* и *сырные клещи* (рассматривать их лучше всего под микроскопом при слабом увеличении).

Особенно вредны амбарные клещи. В благоприятных для них условиях — при наличии в амбарах сырости — они сильно размножаются и поедают зерно и муку, постепенно обращая их в бурую пыль с неприятным затхлым запахом.

Таким образом, среди всего класса паукообразных наиболее мелкие и малозаметные формы, составляющие отряд клещей, оказываются такими существами, с которыми нам приходится серьезно считаться как с переносчиками очень опасных заболеваний (пастбищные клещи), как с прямыми вредителями здоровья человека и животных (чесоточные клещи) и

как с вредителями наших продовольственных запасов (амбарные и сырные клещи).

Общие признаки класса паукообразных

Общими признаками для всех паукообразных, отличающими их от других членистоногих, оказываются отсутствие усиков (а вместе с ними и чувства обоняния) и брюшных конечностей и наличие на голове двух пар ротовых конечностей, а на груди четырех пар ходильных ножек. По этим признакам восьминог паук уже с первого взгляда легко отличить и от любого бескрылого насекомого, и от ракообразного, и от многоножки, обладающих усиками и иным числом конечностей.

Дышат паукообразные атмосферным воздухом, но имеющиеся у скорпионов и у пауков-паутинников легочные мешки по своему строению и положению на теле оказываются видоизмененными жабрами, связанными с исчезнувшими у паукообразных брюшными конечностями. Кроме того, группа ракоскорпионов еще ближе связывает паукообразных с трилобитами и раками; по-видимому, все эти группы ведут свое начало от каких-то неизвестных нам древнейших морских форм.

КЛАСС МНОГОНОЖЕК

Костянка. Под грудами прошлогодних прелых листьев, под корой старых пней, под камнями и досками, лежащими на земле, часто встречаются *костянки*, именуемые также «сороконожками» (рис. 175). Костянка — животное буроватого цвета, до 3 см длины, с гибким многочисленным телом и многочисленными конечностями (кстати, на умерщвленной в морилке костянке проверьте, вполне ли точно подходит к ней бытовое название «сороконожка»); на голове у костянки имеется пара длинных и очень подвижных усиков. Потревоженная костянка быстро убегает от света и стремится спрятаться в какую-нибудь темную щель.

Если схватить костянку, она яростно защищается, стараясь ущипнуть преследователя тем грозным на вид оружием, которое имеется у нее на передней части

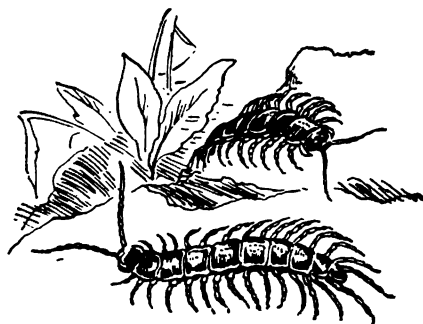


Рис. 175. Многоножка-костянка.

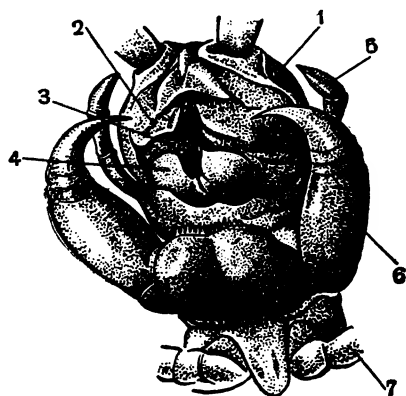


Рис. 176. Голова и первые сегменты туловища костянки:

1 — глаз; 2 — верхняя губа; 3 — челюсти 1-й пары; 4 — челюсти 2-й пары; 5 — губные щупальца; 6 — ядовитые коготки; 7 — ножки.

тела, непосредственно за головой: первая пара туловищных ножек у костянки видоизменена и образует сильные клещи, которые оканчиваются ядовитыми коготками (ср. с ядовитыми коготками на передних челюстях пауков).

Нашим мелким северным многоножкам редко удастся при защите прокусить толстую кожу человеческих пальцев, поэтому, если под руками не окажется пинцета, их можно взять и прямо пальцами.

Наблюдая за живой костянкой, посаженной в банку или в коробку, любопытно проследить способ ее передвижения. (Какое значение имеют при этом две последние пары ног и как ведет себя костянка, натолкнувшись на какое-нибудь препятствие?)

Ядовитые коготки на передних клещевидных ножках и проворство движений костянки ясно указывают, каким способом это животное добывает себе пищу (рис. 176), а сравнительно слабо развитые глаза и нитевидные, находящиеся в беспрестанном движении усики — орган осязания и обоняния — свидетельствуют о его ночном образе жизни (недаром они так стремительно убегают от света). Добычей костянкам служат дождевые черви, различные насекомые и их личинки. Летом под камнями удастся находить самок, которые, свернувшись клубочком, лежат в крошечных норках и охраняют кучку от-

ложенных ими яиц (следует взять такое гнездо для наблюдения).

Подкласс губоногих. Те многоножки, у которых, как и у нашей костянки, на первом членике туловища сидят серповидные конечности с ядовитым когтем, своими основаниями образующие подобие нижней губы, составляют *подкласс губоногих*.

В южных странах, а у нас в Крыму и на Кавказе водятся более крупные и сильные многоножки — *сколопендры*, которые своими укусами не только моментально убивают насекомых, но вызывают болезненную опухоль и у человека (рис. 177).

В Крыму водится также *мухоловка* — небольшая многоножка с очень длинными ногами и усиками (рис. 178). Она поселяется в домах и по ночам быстро бегает по стенам комнаты и охотится за сонными мухами. Длинные ноги ограждают со всех сторон ее тело от возможных нападений (вспомним паука-сенокосца!); если же мухоловку схватить за ногу, то она, подобно сенокосцам, отбрасывает эту ногу, которая продолжает еще некоторое время двигаться, а сама спасается бег-

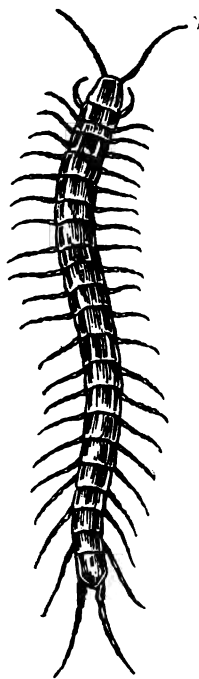


Рис. 177. Сколопендра.

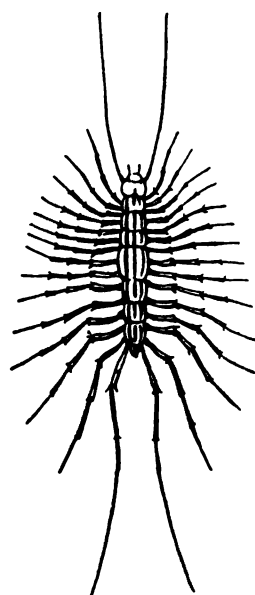


Рис. 178. Многоножка-мухоловка.

ством (сравните также с самокалечением у ящерицы). Вместе с тем пучок длинных ног мухоловки образует нечто вроде ловчей сети, когда она прыжком набрасывается на добычу.

В средней полосе СССР, помимо костянки, в подобной же обстановке водятся еще более вытянутые в длину и более многочисленнотелые многоножки, называемые *светлянками*. Их иногда случается находить в старых, уже перезревших грибах и различных корнеплодах, которые они портят, просверливая в них ходы.

Кивсяки — представители подкласса двупарноногих. *Кивсяки* попадают под корой пней, под камнями, а также на листьях деревьев. На первый взгляд их можно было бы принять за гусениц бабочек (рис. 179); однако, если взять кивсяка в руки и рассмотреть более внимательно, легко убедиться, что перед нами не насекомое, а многоножка, хотя и совершенно другого склада, чем костянка или сколопендра. Медлительность движений и отсутствие ядовитых коготков показывают, что кивсяки, в отличие от сколопендр, не хищники; средство, защищающее их от нападений врагов, представляет собой пахучую жидкость, которая выделяется у них в случае опасности из отверстий на боках тела.

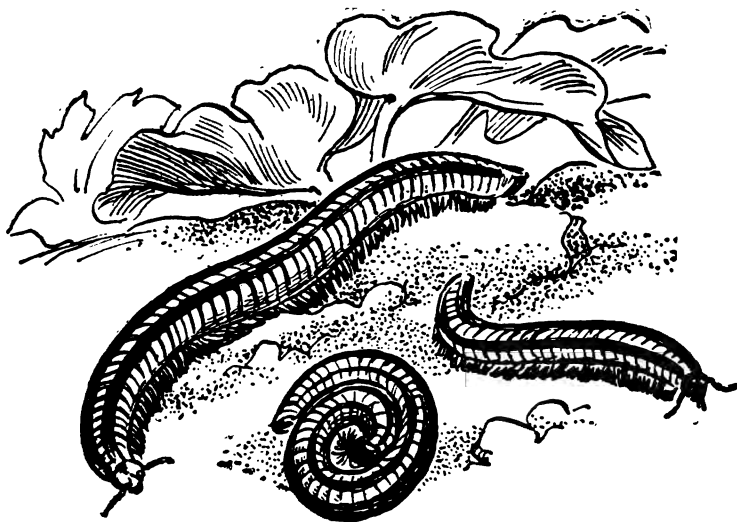


Рис. 179. Кивсяки.

Поймав кивсяка, рассмотрите его конечности: вы увидите, что на каждом членике (если не считать четырех передних) у него имеется не одна пара конечностей, как мы привыкли видеть у всех членистоногих, а две пары. Это странное на первый взгляд обстоятельство объясняется тем, что у кивсяков все брюшные сегменты слились попарно.

КЛАСС НАСЕКОМЫХ

Насекомых легко отличить от других членистоногих по двум более заметным признакам: во-первых, у них тело подразделено на три отдела — голову, грудь, и брюшко и, во-вторых, у них имеется три пары ног. Кроме того, у большинства насекомых во взрослом состоянии имеются еще и крылья, чего не встречается ни у каких других беспозвоночных животных.

Насекомые составляют самую многочисленную группу среди всего животного мира: в ней насчитывается не менее миллиона отдельных видов. Так как до самого последнего времени даже в хорошо изученных странах Европы и Америки еже-

годно обнаруживаются новые, не описанные ранее виды насекомых, а природа тропических стран, где насекомых особенно много, пока еще недостаточно исследована, следует думать, что в действительности на Земле существует по крайней мере полтора миллиона видов различных насекомых, то есть гораздо больше, чем во всех остальных группах вместе взятых. Вдобавок многие виды насекомых встречаются в огромных количествах: стоит вспомнить неисчислимые рои мух и комаров и полчища различных насекомых-вредителей, объедающих лесную растительность или нападающих на наши поля, сады и огороды.

Как выразился один английский зоолог, «большая часть животной жизни на материках и островах обложена именно в форму насекомых». А современный французский энтомолог Шовен пишет: «Тот, кто не посвятил энтомологии долгих лет, даже представить себе не может почти невероятного разнообразия инстинктов и структур в мире насекомых».

Поэтому жизненная деятельность насекомых отражается на самых разнообразных сторонах жизни природы. Еще в 1793 году немецкий школьный учитель Христиан Конрад Шпренгель выпустил книгу «Открытая тайна природы в строении и оплодотворении цветков». Тщательно наблюдая за посещением цветов насекомыми, Шпренгель убедился в том, что многие, пожалуй даже все, цветы, содержащие нектар, опыляются насекомыми, питающимися этим нектаром, что хотя подобное питание насекомых является для них конечной целью, но по отношению к цветам служит только средством, и притом единственным, для их опыления».

Замечательное открытие Шпренгеля не обратило на себя внимания современников, и лишь в начале второй половины прошлого столетия Дарвин не только подтвердил основные выводы забытого немецкого ботаника, но и объяснил происхождение взаимной приспособленности между цветами и посещающими их насекомыми. По Дарвину, все многообразие цветов, которыми пестреют наши луга и которыми одеваются наши плодовые деревья, все богатство ароматов, которыми они благоухают, не были созданы для нашего удовольствия или в качестве украшения, бесполезного для самих растений, а исторически сложились в процессе эволюции как приспособление к перекрестному опылению при посредстве насекомых; иначе говоря, без участия насекомых картина растительного мира была бы совсем иной, чем та, которая разворачивается перед нашими глазами.

И если бы не было в природе неисчислимого количества насекомых, то не могли бы появиться и существовать многочисленные виды насекомых и птиц — птиц с тонкими клювами, не способными дробить семена или терзать

крупную добычу, но очень удобными для схватывания насекомых. При отсутствии насекомых не могли бы существовать летучие мыши и большинство ящериц и были бы обречены на голод лягушки. Деятельность насекомых отражается и на различных других сторонах жизни природы. Эта мысль нашла свое выражение еще у Линнея в его парадоксальном утверждении, что «три мухи съедают труп лошади так же скоро, как и лев». Конечно, Линней разумел здесь не самих этих мух, а их нисходящее потомство, которое при огромной плодовитости насекомых и быстрой смене поколений действительно может за короткий срок оказаться силой, очень заметной по результатам своей деятельности.

Многообразие насекомых, их плодовитость и многочисленность приводят также к тому, что деятельность их очень часто сталкивается с хозяйственными интересами человека: мы оказываемся окруженными бесчисленными полчищами насекомых-вредителей, наносящих ущерб нашим сельскохозяйственным культурам, нашему лесоводству и нашему животноводству. Еще библейские предания сохранили нам известия о народных бедствиях, причиняемых массовым появлением вредных насекомых: при перечислении «казней египетских», которые Моисей по указанию своего бога наводил на страну, чтобы сломить упорство фараона, значатся и какие-то «песьи мухи», мучившие людей, и тучи саранчи, поевшие без остатка всю растительность. А уже в начале нашего века и притом в США, то есть в стране передовой сельскохозяйственной техники, Гарвуд, автор известной книги «Обновленная земля», писал: «Потери Соединенных Штатов за последние десять лет, причиненные насекомыми, не считая косвенного вреда, также немаловажного, оцениваются в семь миллиардов долларов... и эти потери нарастают с каждым годом на семьсот миллионов долларов, чего было бы достаточно для уплаты всех расходов нации, включая пенсии и содержание армии и флота».

Необычайно богатый многообразием форм и широко распространенный класс насекомых дает нам наиболее яркие при-

меры защитных приспособлений, обеспечивающих биологическое процветание этой группы, несмотря на слабосилие и мелкие размеры составляющих ее существ и на обилие преследующих их врагов. Как известно, английский натуралист Альфред Рассел Уоллес, одновременно с Дарвином разрабатывавший теорию естественного отбора, пришел к своим выводам главным образом на основе наблюдений над насекомыми тропических стран, где он провел одиннадцать лет жизни.

Наконец, насекомые дают благодарный материал для изучения явлений внутривидовой изменчивости (сезонный диморфизм у бабочек и искусственное получение тепловых и холодных форм, стадные и одиночные фазы у видов саранчи).

Поэтому и для нас при ознакомлении с различными группами животного мира класс насекомых должен занять особое и очень важное место среди другого зоологического материала. Здесь особенно доступны непосредственные наблюдения в окружающей нас природе, открывающие нам путь к пониманию тех сложных взаимоотношений, которые исторически складываются в мире живых существ, и вместе с тем дающие нам основу для сознательного проведения практических мероприятий по защите урожая от бесчисленных полчищ угрожающих ему вредителей.

В более подробном и углубленном виде изучение этой группы составляет содержание особой науки — энтомологии, то есть специальной науки о насекомых¹.

Строение и образ жизни черного таракана

Черный таракан как классический объект при изучении морфологии насекомых. При изучении строения тела насекомых до недавнего времени излюбленным объектом служил *черный таракан*. Выбор именно этого объекта диктовался не толь-

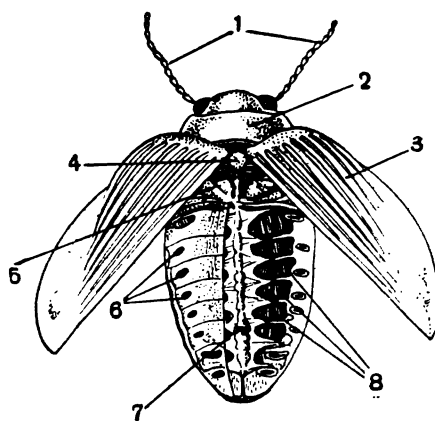


Рис. 180. Жук-плавунец (частично вскрытый):

1 — усики; 2 — переднеспинка; 3 — надкрылье; 4 — щиток; 5 — заднеспинка; 6 — дыхальца (стигмы); 7 — сердце; 8 — крыловидные мышцы.

ко тем, что тараканы во множестве встречались в человеческих жилищах и что их легко было добывать в любом количестве в любое время года; помимо этого практического удобства и достаточно крупных размеров, таракан как нельзя лучше удовлетворял требованию типичности избранного представителя класса насекомых.

На примере таракана мы имеем мало специализированную форму — насекомое, принадлежащее к очень древней группе, сложившейся еще в палеозойскую эру, и в своем строении и развитии сохранившее более примитивные черты. Поэтому именно на таракане, а не на каком-либо другом объекте мы можем получить наиболее ясное общее представление о строении и развитии «насекомого вообще», а затем, уже на этой основе, перейти к изучению других насекомых во всем многообразии их форм и приспособительных особенностей в пределах того же общего типа строения.

Однако теперь, с появлением эффективного инсектицида ДДТ, черные тараканы вместе с другими домовыми насекомыми отходят в область прошлого и уже близки к полной ликвидации. Вскоре, вероятно,

¹ Специально для учителей предназначена книга Н. Н. Плавильщикова «Краткая энтомология» (М., Учпедгиз, 1961), которая и рекомендуется вниманию читателя как дополнение к соответствующему разделу настоящего пособия. Учащимся можно рекомендовать книгу того же

автора «Юному энтомологу» (М., Учпедгиз, 1958). Ценный материал для организации юннатской работы дает книга Б. С. Шербакова «Насекомые как объект школьной работы» (М., Учпедгиз, 1953).

они сойдут и со страниц учебников, но там, где они еще не подверглись полному уничтожению, это вымирающее племя следует использовать в самообразовательных и учебных целях, так как другого столь же показательного объекта мы не имеем. При отсутствии же тараканов они могут быть заменены крупными представителями близкой к ним группы прямокрылых: кузнечиками, кобылками, медведкой. В общем эти прямокрылые по своему внешнему и внутреннему строению близки к таракану, и потому при их изучении могут быть использованы указания, относящиеся к рассмотрению и вскрытию таракана, с той, однако, оговоркой, что у кузнечика, кобылки или медведки типичные признаки «насекомого вообще» сочетаются с некоторыми приспособительными особенностями данных форм¹.

Наружное строение таракана

На теле таракана легко различить три отдела — голову, грудь и брюшко. На голове расположены глаза, пара усиков и ротовые части; грудь несет три пары ножек и две пары крыльев (у самки крылья недоразвиты); членистое брюшко составляет задний отдел тела (рис. 181).

Голова. Усики у таракана длинные и находятся в постоянном движении: таракан ведет преимущественно ночной образ жизни и без усиков, которые служат ему органом осязания и обоняния, он не мог бы найти дорогу к съестному. Таракан имеет пару сложных, или фасеточных, глаз, расположенных по бокам головы, а впереди от них, около основания усиков, есть еще пара очень маленьких простых глазков (рис. 182).

Таракан питается хлебными крошками, объедками, кухонными отбросами; он гло-

¹ Ценным качеством «внесезонности» обладают жуки-плавунцы, которых можно иметь в аквариуме и в зимнее время. Однако черты специализации выражены у плавунца сильнее, почему он менее удобен в качестве типичного представителя (рис. 180) класса насекомых (разбор строения насекомого на примере плавунца дается в «Курсе зоологии» под ред. проф. Б. С. Матвеева).

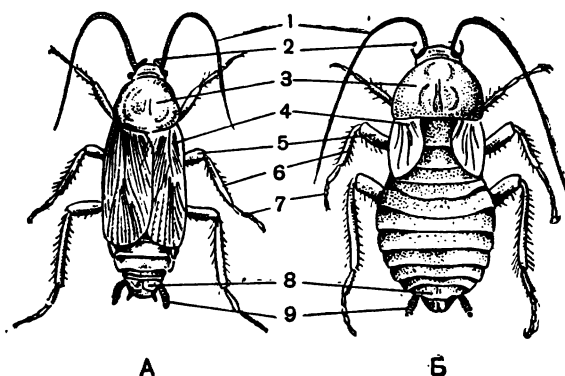


Рис. 181. Самец (А) и самка (В) черного таракана:

1 — усики; 2 — ротовые придатки; 3 — переднеспинка; 4 — надкрылье; 5 — бедро; 6 — голень; 7 — лапка; 8 — десятый сегмент брюшка; 9 — церки.

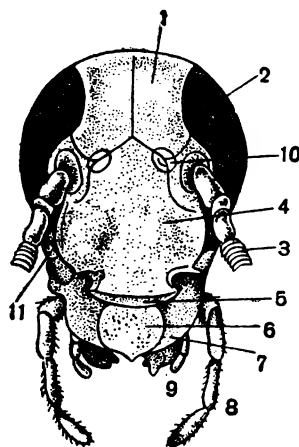


Рис. 182. Голова черного таракана (вид спереди):

1 — темя; 2 — сложный глаз; 3 — основание усика; 4 — лоб; 5 — наличник; 6 — верхняя губа; 7 — верхняя челюсть; 8 — челюстное щупальце; 9 — нижнегубное щупальце; 10 — простой глаз; 11 — щека.

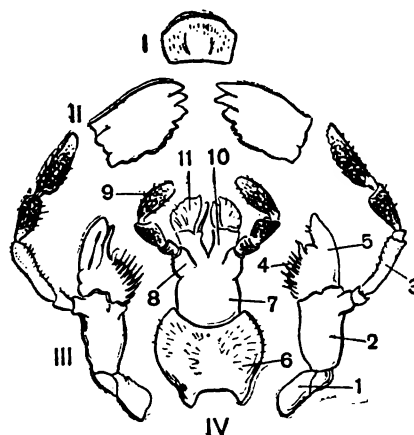


Рис. 183. Ротовые части таракана:

I — верхняя губа; II — верхние челюсти (жвалы); III — нижние челюсти; IV — нижняя губа; 1 — подвесок; 2 — ствол; 3 — челюстное щупальце; 4 — внутренняя лопасть; 5 — наружная лопасть; 6 — подподбородок; 7 — подбородок; 8 — лигула; 9 — нижнегубное щупальце; 10 — язычок; 11 — придаточный язычок.

жет плохо прикрытые съестные продукты. Ротовые части у него грызущего типа (рис. 183). Сверху они прикрыты непарной складкой хитина, образующей верхнюю губу. Впереди под этой складкой расположена пара жвал — крепких зазубренных хитиновых пластинок, которыми таракан грызет пищу. Далее идет пара членистых нижних челюстей, снабженных челюстными щупальцами, а за ними членистая нижняя губа, также несущая пару щупалец. Строение нижней губы ясно показывает, что она образовалась из второй пары нижних челюстей, похожих по форме на челюсти первой пары, но только сросшихся вместе.

Главным орудием пережевывания пищи служат жвалы; им помогают в этом также и нижние челюсти. На нижних челюстях и на нижней губе расположены органы вкуса, а две пары щупалец — челюстные и губные — ощупывают кусочки пищи и придерживают их во время жевания.

Таким образом, жевательный аппарат состоит из трех пар ротовых конечностей, прикрытых спереди верхней губой, а всего, считая и пару усиков, у таракана и других насекомых на голове имеется четыре пары видоизмененных конечностей.

Грудь. Грудной отдел состоит из трех сегментов, несущих по паре длинных членистых ног, на конце вооруженных цепкими коготками. У самцов таракана есть еще две пары крыльев, отходящих от 2-го и 3-го сегментов груди; в отличие от других крылатых насекомых, таракан летать не может, но иногда пользуется своими крыльями, как парашютом, для того чтобы ослабить силу падения с большой высоты. Каждое крыло представляет собой двойную складку хитинового покрова с целой сетью утолщений — крыловых жилок, которые придают крылу необходимую прочность.

У самок черного таракана крылья остаются недоразвитыми.

Брюшко. Брюшко таракана явственно разделено на членики — как будто каким-то острым орудием на нем были сделаны насечки, что и дало основание назвать таких животных насекомыми. На заднем конце брюшка одно за другим находятся

отверстие половой системы и заднепроходное отверстие, а по бокам тела (и не только на брюшке, но и на грудном отделе) расположены парные дыхальца — маленькие отверстия, которыми открываются наружу трахеи.

На заднем конце брюшка таракана заметны небольшие парные членистые черки — видоизмененные конечности (у большинства других насекомых таких брюшных придатков нет).

Внутреннее строение таракана

Общее расположение внутренних органов в самых главных чертах такое же, как и у ранее рассмотренного рака: на спинной стороне помещается сердце, внутри полости тела от головы до заднего конца тянется пищеварительная система, а на брюшной стороне расположена нервная цепочка, начинающаяся в голове окологлоточным кольцом.

Однако в деталях внутреннее строение насекомых имеет много своеобразных особенностей (рис. 184).

Кровеносная система. Очень простое строение у насекомых имеет кровеносная система. Если у таракана осторожно снять

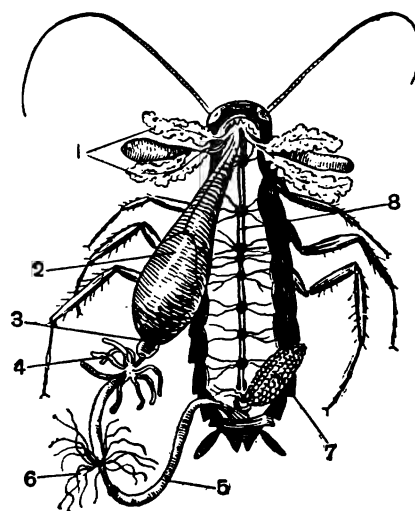


Рис. 184. Внутреннее строение таракана:

1 — слюнные железы; 2 — зоб; 3 — жевательный желудок; 4 — печеночные отростки; 5 — кишка; 6 — мальпигиевы трубочки; 7 — яйцники; 8 — нервная цепочка.

целиком всю спинную стенку тела (подрезав ее предварительно с боков кончиками острых ножниц), то на ее внутренней стороне будет видна светлая продолговатая полоска — это сердце, имеющее вид длинной прозрачной трубочки (рис. 185). Внутри этой трубочки имеется несколько клапанов, которые позволяют крови при сокращении стенок сердца двигаться только в одном направлении — от заднего конца тела к головному. Спереди продолжением сердца служит прямой кровеносный сосуд, который входит в головной отдел и там сразу оканчивается, не разделяясь на более мелкие сосуды. Кровь из него изливается прямо в полость тела, омывает органы, находящиеся в голове, а затем просачивается между различными внутренними органами, постепенно продвигаясь к задней части тела. Там через мелкие парные отверстия в стенках сердца кровь снова втягивается внутрь сердца и снова продвигается в головной отдел (рис. 186).

Дыхательная система. Легко понять, что при таком упрощенном строении кровеносной системы пути, по которым протекает кровь между органами тела, оказываются очень неопределенными. Если бы у насекомого дыхательный газообмен мог совершаться только в каком-нибудь одном участке тела, как это имеет место у рака (в жабрах) или у паука (в легочных мешках), то к таким дыхательным органам могла бы попасть только очень незначительная часть крови и организм не мог бы удовлетворить свою потребность в кислороде. Не может совершаться газообмен и через поверхность тела, одетую у насекомых плотным хитиновым покровом.

Каким же образом совершается дыхание у насекомых?

При вскрытии таракана легко видеть, что все его тело пронизано ветвящимися воздухоносными трубками — трахеями, которые открываются наружу парными дыхальцами по бокам брюшка и груди. По ним воздух проникает ко всем внутренним органам, где и совершается дыхательный газообмен.

При сокращении мышц брюшка воздух выталкивается из трахей, а когда брюшко снова расширяется, через дыхальца в тра-

хейную систему втягивается свежий воздух (такие дыхательные движения брюшка особенно хорошо заметны у ос).

Подобным же строением кровеносной и дыхательной систем обладают и *многоножки*, также относимые к *подтипу трахейнодышащих членистоногих*. Правда, трахеи есть и у пауков, но там они развиты гораздо слабее и служат только добавочным органом дыхания; в отличие от насекомых, у пауков кровеносные сосуды ветвятся и направляют кровь к определенным участкам брюшка, где расположены органы дыхания.

Органы выделения. С кровеносной системой тесно связаны в своей работе и органы выделения.

У рака, как мы видели, выделительные органы («зеленые железы») расположены на определенном участке тела — при основании первой пары головных конечностей, и к ним подходят кровеносные сосуды, которые приносят вместе с кровью и жидкие продукты, выделяемые живыми тканями тела. Но у насекомых — опять-таки в связи с простотой строения их кровеносной системы — выделительные органы

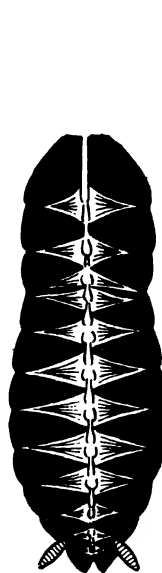


Рис. 185. Крыловидные мышцы и сердце таракана.

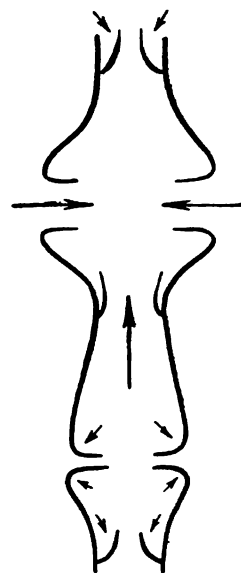


Рис. 186. Схема строения и действия сердца насекомого (стрелками обозначены направления движения крови).

представляют собой густой пучок узких и длинных трубочек, которые собирают жидкие отбросы из различных участков тела и впадают в начало задней кишки. Эти трубочки называются мальпигиевыми сосудами (по имени итальянского ученого Мальпиги, который еще в XVII веке подробно изучил строение и развитие насекомых).

Добавочным органом выделения служит также жировое тело, которое в виде белых долек и комочков заполняет у насекомых промежутки между внутренними органами. Помимо того, что в нем накапливаются запасы жира для питания организма, здесь же откладываются в виде твердых частиц и выделяемые организмом продукты обмена веществ; хотя эти вещества и остаются внутри тела, но выходят из состава крови и уже не участвуют более в жизненных процессах.

Органы пищеварения. Пищеварительная система у таракана подразделена на несколько отделов: ротовую полость со слюнными железами, пищевод, объемистый зоб, небольшой мускулистый желудок, среднюю кишку с несколькими слепыми отростками и заднюю кишку, в которую впадают в ее начале мальпигиевы сосуды.

Нервная система. Нервная система у насекомых, как и у рака, состоит из околоточного кольца с надглоточным и подглоточным узлами и из брюшной цепочки, идущей вдоль нижней стенки тела (рис. 187). Отличия состоят в том, что у многих насекомых сильно развит надглоточный узел, или «головной мозг» (особенно у тех, которые отличаются более сложным поведением, — у муравьев, пчел и ос), и что три грудных узла, посылающих нервы к органам движения — к ногам и крыльям, значительно крупнее узлов, расположенных в брюшке.

Органы размножения. Органы размножения у самцов — маленькие парные семенники с придаточными железами. У самок имеется пара яичников, состоящих из нескольких трубочек, в которых формируются и созревают яйца.

Размножение. Большинство насекомых откладывает свои яйца либо поодиночке,

либо кучками, причем каждое яйцо выходит из тела самки отдельно. Но у тараканов яйца, выделяемые сразу всеми яйцевыми трубочками, прежде чем выйти наружу, склеиваются вместе и образуют большую продолговатую яйцевую капсулу. Эту капсулу самка долгое время таскает с собой, придерживая ее маленькими придатками на конце брюшка, и затем перед выходом личинок откладывает где-нибудь в укромном месте.

Яйца у насекомых одеты плотной скорлупкой, которая предохраняет их от высыхания.

Развитие таракана. Из яиц таракана выходят маленькие бескрылые личинки, по общей форме тела уже похожие на взрослых тараканов и ведущие такой же образ жизни. Рост личинок сопровождается несколькими линьками. У подросших личинок после линьки появляются небольшие зачатки крыльев. Наконец, происходит последняя линька и из личиночной оболочки освобождается уже взрослое, крылатое насекомое, которое после этого больше не растет.

Черные тараканы проходят свое развитие очень медленно и становятся взрослыми только через 4 года. Тараканы-прусски развиваются скорее и вырастают в течение полугода.

Главнейшие особенности внешнего строения насекомых других групп

При всем исключительном многообразии форм и структур, с которыми мы встречаемся в мире насекомых, основные черты строения, прослеженные нами на черном таракане, можно считать достаточно типичными для всего класса насекомых, если, конечно, отвлечься от размеров и пропорций тела, от окраски и других второстепенных признаков. Однако в связи

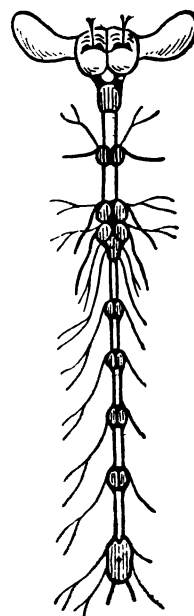


Рис. 187. Нервная система насекомого.

с различным образом жизни, с различными способами передвижения, с различным характером питания отдельные части тела у разных насекомых могут оказаться более или менее видоизмененными.

Особенно значительным изменениям подверглись ротовые части, ноги и крылья.

Ротовые части. В ротовом аппарате таракана еще легко узнать три пары несколько видоизмененных конечностей. Подобное строение имеют ротовые части у кузнечиков, саранчи, стрекоз, жуков и ос — у таких насекомых, которые пережевывают свою пищу. Это ротовой аппарат грызущего типа (см. рис. 183).

У пчел и шмелей некоторые части ротового аппарата оказываются видоизмененными в связи с тем, что эти насекомые питаются жидкой пищей — сладким нектаром, который им приходится доставать из глубины цветка. Верхняя губа и жвалы остаются у них в том же виде, как и у жующих насекомых. Своими жвалами пчелы и шмели работают, когда сооружают восковые ячейки. Но нижние челюсти у них сильно вытянуты в длину и еще сильнее вытянута нижняя губа; когда эти части сложены вместе, из них получается длинная трубочка, через которую пчела или шмель сосет цветочный нектар (см. рис. 268). Следовательно, у этих насекомых ротовой аппарат жующего-сосущего типа.

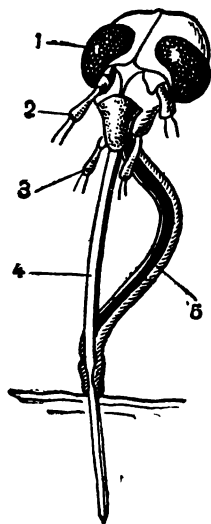


Рис. 188. Голова и ротовые части комара во время сосания:

1 — глаз; 2 — основание усики; 3 — нижнечелюстное щупальце; 4 — кровососущий хоботок, образованный сложенными вместе верхней губой, верхними и нижними челюстями и подглоточником; 5 — нижняя губа.

Иным образом видоизменен ротовой аппарат у комаров. Все части его, которые есть у таракана, имеются и у комаров, но здесь все они сильно вытянуты в длину и сложенные вместе образуют колюще-сосущий хоботок. При этом из нижней губы образовался желоб, в который вложены все остальные части хоботка. Когда комар вонзает хоботок в кожу своей жертвы или в мякоть растения, нижняя губа не входит в ранку, а своим раздвоенным концом придерживает и направляет остальные части хоботка (рис. 188).

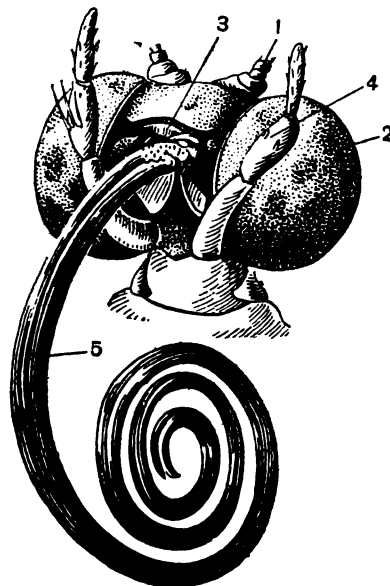


Рис. 189. Голова и ротовые части бабочки:

1 — основание усики; 2 — глаз; 3 — верхняя губа; 4 — нижнегубные щупальца; 5 — хоботок, образованный парой нижних челюстей.

Более значительно видоизменены ротовые части у бабочек, образуя здесь сосущий аппарат (рис. 189). У бабочек недоразвиты и верхняя губа и жвалы, но зато нижние челюсти сильно вытянуты в виде длинных желобков. Эти желобки по всей длине сцеплены вместе, образуя хоботок, который бабочка просовывает в глубину цветка, чтобы сосать нектар. Остальное время хоботок у бабочки бывает свернут в виде спирали и по бокам прикрыт губными щупальцами.

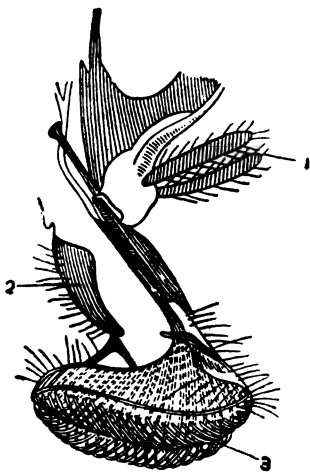


Рис. 190. Ротовые органы мухи:

1 — нижнегубные щупальца; 2 — верхняя губа; 3 — «подушечки» — измененные лопасти нижней губы.

Особенно сильно видоизменены ротовые части у мухи (рис. 190), образуя аппарат лижущего типа, но и в этом случае его отдельные части соответствуют ротовым частям таракана и других насекомых.

Ноги. Если ноги служат для ползания, они имеют в общем такое же строение, как и ноги таракана, отличаясь только большей или меньшей длиной. Но у кузнечиков, саранчи и кобылок конечности приспособлены не только для ползания — эти насекомые способны делать большие прыжки, пользуясь для этого своими длинными и мускулистыми задними ногами.

У *медведки*, которая постоянно роется в сырой почве и поедает там корни растений (причиняя этим большой вред огородам), передние ноги, состоящие из тех же суставов, что и бегательные ноги таракана, имеют совершенно особую форму: они очень сильны и широки и превратились в орудие для разрывания земли (рис. 217).

Иначе видоизменены передние ноги у одного из живущих в воде клопов — так называемого *водяного скорпиона* — и у живущих в южных областях *богомолов*. У этих хищных насекомых первая пара ног обратилась в хватательный орган, которым они ловят добычу и затем подносят ее к ротовым частям. У живущих в воде *жуков-плавунцов* (рис. 234) и *клопов-гладышей* сильные задние ноги действуют

как весла. Они оторочены плотными щетинками, которые увеличивают их поверхность. Вместе с тем они оказываются очень мало приспособленными для передвижения по земле, в чем легко убедиться, если вынуть такого жука или клопа из аквариума и пустить его на стол.

Крылья. Большинство насекомых во взрослом состоянии имеет две пары крыльев. Иногда передние крылья бывают плотнее задних и в сложенном виде служат для них защитной покрывкой; таковы передние крылья у тараканов, кузнечиков, саранчи, кобылок, клопов. У жуков передние крылья видоизменены сильнее и превратились в крепкие надкрылья, под которыми, как в прочном футляре, складываются и прячутся большие перепончатые крылья, служащие для полета. Готовясь взлететь, жук приподнимает надкрылья, расправляет вторую пару крыльев и уже тогда пускается в воздушное путешествие.

Наоборот, у мух и комаров для полета служит только передняя пара крыльев, а задние крылья остаются у них в виде недоразвитых придатков, так называемых *жу ж а л ь ц е в*.

Некоторые насекомые и во взрослом состоянии не имеют крыльев. Таковы насекомые-паразиты, живущие на других животных: вши, блохи, постельный клоп (вспомним, что и в других группах животного мира паразитический образ жизни бывает связан с упрощением организации).

Как насекомые воспринимают явления окружающего мира

При общем описании внешнего строения таракана были в кратких словах отмечены его глаза — орган зрения и его усики — орган осязания и обоняния. Это главные анализаторы, связывающие насекомое с внешним миром и определяющие его поведение. Есть ли у насекомых и другие органы чувств, где они расположены и каковы их строение и функции?

Пути изучения внутреннего мира насекомых. По сложности поведения многие насекомые не уступают высшим позвоночным. Но общий тип строения членистоногих

и позвоночных совершенно различны; различны по своему строению и аналогичные органы у животных той и другой групп. Но строение органа и его функции теснейшим образом связаны между собой, и мы не имеем права «очеловечивать» насекомое — очеловечивать в том смысле, что если у него есть орган зрения, то и зримый мир представляется ему в том же виде, в каком он раскрывается перед нашими глазами.

И если согласно поговорке даже человеческая «чужая душа» часто бывает для нас «потемками», то нам гораздо труднее «влезть в хитиновую шкурку» насекомого, чтобы постигнуть, каким представляется ему окружающий его «мир», и уже совсем невозможно за него «думать» и «рассуждать», стараясь понять его поведение, зависящее от деятельности его надглоточного и подглоточного нервных узлов, или его «головного мозга», совсем не похожего на наш собственный или на мозг собаки.

Однако у нас есть иные пути для создания объективного представления о функциях органов чувств и о психической жизни животных. Теперь значительно продвинулось изучение органов чувств насекомых, и это позволяет нам более ясно представить их функции и их роль в жизни этих своеобразных существ. Накопилась огромная литература по изучению внешнего поведения насекомых как в условиях лабораторных экспериментов (подчас с применением сложнейшей аппаратуры, вплоть до катодного осциллографа), так и в полевых условиях.

Конечно, мы не имеем возможности осветить эту тему во всей ее глубине и подробностях¹. В статьях, посвященных пчелам, осам и муравьям, читатель найдет сведения, относящиеся к поведению этих насекомых. Здесь же мы остановим внимание на строении и функциях главнейших органов чувств, связывающих насекомых с внешней средой, и прежде всего на частично уже рассмотренных органах зрения и органах обоняния и осязания.

¹ См.: Р. Шовен, Жизнь и нравы насекомых, М., Сельхозгиз, 1960.

О животных «зрительного» и «обонятельного» типа. Соотношения между развитием органов зрения и обоняния у насекомых в общем такие же, как и у высших позвоночных, среди которых мы различаем животных зрительного типа (например, птицы с их зоркими глазами при отсутствии обоняния) и животных обонятельного типа (собаки, полагающиеся прежде всего на свое острое чутье). У рассматриваемого нами таракана — насекомого ночного, деятельного в темноте, — глаза сравнительно небольшие (то же и у другого «школьного» объекта — майского жука), а усики длинные и находятся в постоянном движении (у майского жука они не длинные, но их крайние членики обладают расширенной поверхностью, образующей «веер»). Если же взять для сравнения стрекозу (коромысло) — дневного хищника, то соотношение этих органов будет обратным: огромные глаза стрекозы облегают всю ее голову, а усики имеют вид коротких щетинок и, очевидно, не имеют в ее жизни существенного значения.

Что и как видят насекомые? Строение сложного, или фасеточного, глаза насекомых можно представить себе в виде густого пучка тесно спаянных между собой отдельных зрительных единиц — омматидиев — узких, сильно вытянутых конусов, сходящихся своими вершинами в глубине глаза, а своими основаниями образующих его сильно выпуклую поверхность (в лупу на ней можно различить отдельные омматидии, и вся поверхность представляется тогда сетчатой). Число омматидиев различно у разных насекомых, например, у комнатной мухи их около 4 000, а у стрекоз — до 28 000. Сложными глазами обладают только взрослые формы насекомых (рис. 191).

Каждый отдельный омматидий представляет собой зрительный орган с очень ограниченным полем зрения и «видит» только тот крошечный участок находящегося перед глазами предмета, на который направлено продолжение оси данного омматидия; но так как омматидии тесно прилегают друг к другу, а оси их расходятся лучеобразно, то сложный глаз охватывает предмет в целом, причем изобраа-

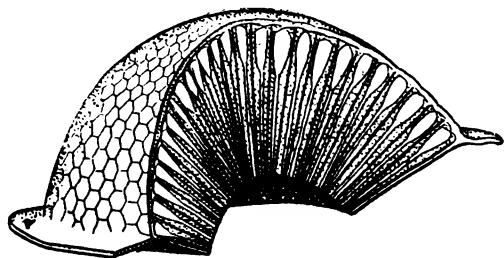


Рис. 191. Схема строения сложного глаза насекомого (частью в разрезе).

Видны: хитиновая оболочка, образующая хрусталики отдельных фасеток, прозрачные хрустальные конусы, светочувствительные палочки (рабдомы), клетки сетчатки, пигментные прослойки между отдельными глазами (омматидиями).

жение предмета получается в нем мозаичным (т. е. составленным из отдельных кусочков) и прямым (а не обратным, как в нашем глазу; рис. 192).

Что касается четкости изображения, то она оказывается неодинаковой у различных насекомых — в зависимости от той роли, которую играют в их жизни зрительные восприятия. У одних видов глаз может воспринимать только общие очертания предметов; у других — в случаях неравномерной кривизны поверхности глаза — предметы представляются вытянутыми в длину; у третьих изображения получаются четкими и пропорциональными. Об этом свидетельствуют микрофотографии, снятые через отпрепарированные глаза насекомых. Способностью к аккомодации, то есть приспособлению глаза к рассматриванию далеких и близких пред-

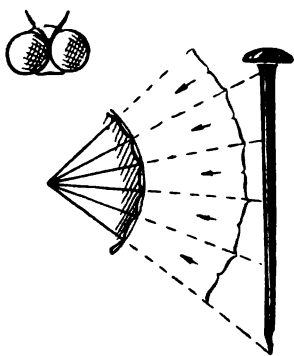


Рис. 192. Схема, поясняющая мозаичное зрение насекомых.

Слева наверху — голова насекомого со сложными глазами.

метов («наведению на фокус»), насекомые не обладают.

Насекомые посещают цветки различных окрасок; отсюда можно было заключить, что они способны различать цвета. Однако опыты, проведенные над пчелами, показали, что их восприятие окрасок отличается от нашего: они «не знают» алого красного цвета (цвета пионерского галстука) и не отличают его от черного, но зато воспринимают невидимые для нас ультрафиолетовые лучи, расположенные на противоположном конце спектра. Этим и объясняется тот любопытный факт, что среди нашей дикорастущей флоры нет растений с алыми цветками; те же цветки, которые мы называем красными (клевер, гвоздика, смолевка, иван-чай), всегда имеют пурпуровый оттенок, и пчелы воспринимают у них только примесь фиолетовой окраски. Наконец, опыты фотографирования через соответствующие светофильтры показали, что «наш» белый цвет должен восприниматься насекомыми по-разному, в зависимости от того, отражает ли данная белая поверхность ультрафиолетовые лучи или нет (цветн. табл. III).

Менее ясно значение простых глаз, или «глазков» (их бывает 3 или 2). Их строение говорит о том, что очертаний предметов они воспринимать не могут (сетчатка в них лежит прямо под хрусталиком), но света в них проникает больше, чем в омматидий сложного глаза. Простые глазки развиты сильнее у хорошо летающих насекомых, и можно думать, что они увеличивают у них общую светочувствительность и помогают им ориентироваться по отношению к источнику света.

Обоняние насекомых. На примере таракана мы видели, как это ночное насекомое беспрестанно шевелит своими длинными усиками, одновременно и ощупывая и обнюхивая встречные предметы, а также улавливая запахи съестного на расстоянии. Усики обонятельного типа мы находим у майских жуков и их родичей (рис. 193). Дневные насекомые с более короткими усиками реже применяют их для ощупывания, но и у них усики также подвижны; можно думать, что их симметричное положение по бокам головы вме-

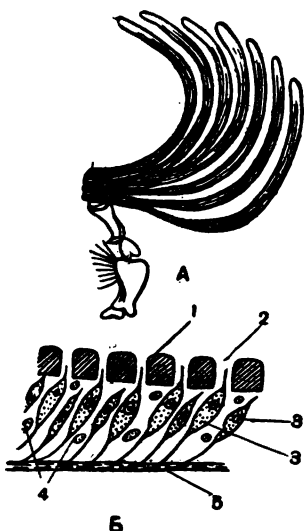


Рис. 193. Обонятельный аппарат пластинчатого усю жука:

А — пластинчатый усик мраморного хруща; Б — схематизированный разрез через одну из пластинок; 1 — хитиновый слой; 2 — поры; 3 — обонятельные клетки; 4 — вспомогательные клетки; 5 — нерв.

сте с их подвижностью позволяет им лучше улавливать направление, откуда доносится запах, и связывать источник запаха с формой пахучего предмета.

Наблюдения над пчелами показывают, что запахи они различают приблизительно так же, как и человек, и что они разыскивают медоносы с помощью и зрения и обоняния. У некоторых перепончатокрылых обоняние по своей остроте не уступает собаке чутью. С этой стороны особенно интересны самки наездников из родов *Rhyssa* и *Ephialtes*, которых легко узнать по их очень длинным хвостовидным яйцекладам. Перебегая по стволу

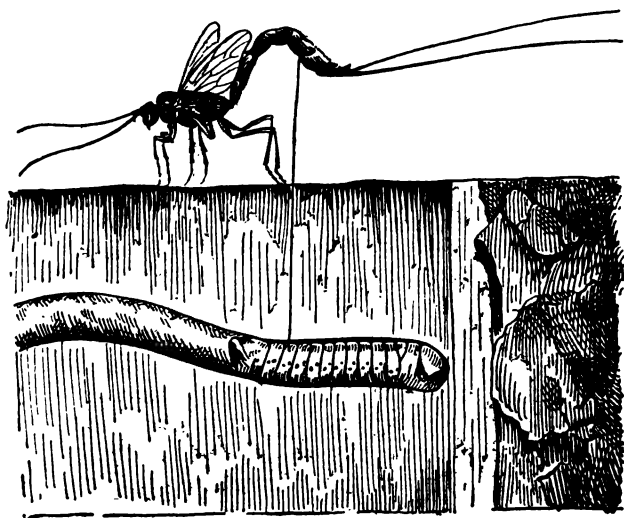


Рис. 194. Наездник эфиалят, учуявший в древесине присутствие личинки и откладывающий в нее яйцо.

дерева или по пню, они усиленно шевелят усиками и, почуяв присутствие в древесине, на расстоянии 2—2,5 см от поверхности, личинок рокохвоста или жука-дровосека, вонзают яйцеклады в дерево и настигают личинок, в которых они и откладывают свои яйца, никогда не выдав в глаза свою жертву (рис. 194).

Еще поразительнее то чутье, которое помогает самцам ночных бабочек из группы «шелкопрядов», обладающим пышными перистыми усиками, находить своих малоподвижных самок по их совершенно неуловимому для нас запаху иногда на расстоянии 2 км и более.

Где находятся органы вкуса? Жизненные наблюдения подсказывают нам, что насекомые обладают вкусовыми ощущениями, оказывая предпочтение тем или иным веществам в зависимости от характера питания данного вида. При этом органы вкуса не всегда приурочены к ротовым частям, а могут быть расположены и на других участках, приходящих в соприкосновение с потребляемой пищей. Так, у обыкновенной бабочки-крапивницы и у ее родичей орган вкуса находится на лапках второй пары ног: если взять такую бабочку за крылья и, продолжая ее придерживать, посадить на поверхность, смоченную сахарным сиропом, то, как только ее лапки коснутся сладкой жидкости, можно наблюдать рефлекс разворачивания ее хоботка (сам же хоботок к сахарному сиропу оказывается нечувствительным).

Что и как слышат насекомые? Органы слуха, в общем аналогичные нашим ушам, имеются у таких насекомых, которые сами подают явственные звуковые сигналы — стрекочут или «поют», — у кузнечиков и сверчков, у саранчовых (кобылок), у цикад. Развились эти органы у насекомых различных групп совершенно независимо: у кузнечиков и сверчков их «уши» помещаются на голених передних ног; у близких к ним по строению тела кобылок — по бокам первого членика брюшка, а у цикад они связаны со звуковыми органами, расположенными при основании брюшка.

Но, кроме стрекотания и «пения», которые производят при помощи специальных звуковых органов прямокрылые и цика-

ды, многие насекомые, как известно, жужжат, то есть вызывают звуковые волны быстрыми взмахами своих крыльев. С другой стороны, возникающие от различных причин колебания воздушной среды не могут быть безразличны для обитающих в ней мелких живых существ, и очень многие насекомые, не обладающие специальными органами слуха, оказываются очень восприимчивыми к такого рода колебаниям и к тем, которые мы воспринимаем как звуки, и к недоступным для нашего уха ультразвуковым волнам. Органами чувства служат здесь лишь тончайшие волоски либо еще более мелкие чувствительные палочки, связанные с нервными клетками и во множестве расположенные на различных придатках тела насекомых.

Такие тончайшие чувствительные органы, улавливающие вибрации воздушной среды, оказались особенно сильно развитыми во 2-м членике усиков у самцов комаров; их значение можно понять, если вспомнить общеизвестный «писк» комаров (побочный результат большой частоты взмахов их крыльев при полете), — способность улавливать воздушные волны, сопровождающие полет других комаров, несомненно, играет важную роль в половой жизни этих насекомых.

Своеобразие восприятий насекомыми явлений окружающего мира усугубляется еще и тем, что для них, по-видимому, чужды так хорошо нам знакомые болевые ощущения при наносимых им повреждениях (подробнее об этом будет сказано далее, на стр. 292).

Развитие насекомых

Основные формы «заботы о потомстве». Огромное большинство насекомых ведет наземный образ жизни. К условиям наземного существования приспособлены и их яйца: они одеты плотной скорлупой, предохраняющей их от высыхания, но в то же время на вершине яйца имеется очень маленькое отверстие — микропиле, через которое при внутреннем оплодотворении сперматозоид проникает внутрь яйца (микропиле заметно в виде темной точки),

Самки насекомых откладывают свои яйца там, где выходящие из них молодые личинки смогут сразу же найти для себя соответствующий корм (бабочка-капустница — на листьях крестоцветных, мясная муха — на падаль, божьи коровки — в колонию тлей, которыми питаются и их личинки и сами жучки, и т. д.). В этом выражается у насекомых инстинкт «заботы о потомстве», имеющий первостепенное значение для сохранения их видовой жизни. Иногда «заботы о потомстве» выражаются предварительной заготовкой корма для будущих личинок (у некоторых жуков-навозников, у одиночных пчел и ос), а наиболее сложные формы они принимают у так называемых «общественных» насекомых — у живущих семьями пчел и ос, в колониях муравьев.

По типу развития насекомых можно подразделить на две группы — на насекомых, имеющих неполное превращение, и на насекомых с полным превращением. Представителем первой группы может служить уже рассмотренный нами таракан; пример насекомого с полным превращением — бабочка.

Насекомые с неполным превращением. Когда личинка таракана выходит из яйца, она по общему строению тела оказывается уже похожей на взрослую форму, отличающаяся от нее главным образом размерами и отсутствием крыльев. По образу жизни эти личинки также сходны со взрослыми насекомыми, и когда мы внезапно посетим ночью кухню, где водятся тараканы, с оставшихся объедков и крошек побегут в разные стороны взрослые черные тараканы или прусаки и их личинки.

Личинки питаются, растут и несколько раз сбрасывают шкурку; после одной из линек у них появляются зачатки крыльев, а затем, после последней линьки, насекомое получает свою окончательную форму и больше уже не растет.

Такой тип развития, когда насекомое по своему общему облику уже с раннего возраста бывает похоже на взрослую форму и когда оно во всех возрастах ведет подвижный образ жизни, называется развитием с неполным превращением. Кроме таракана, такое же неполное превращение имеют кузнечики, саранча и

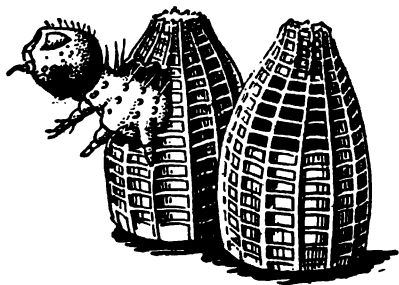


Рис. 195. Яйца капустницы; из левого вылупляется гусеничка (значительно увеличено).

кобылки, ухвертки («двухвостки»), клопы, вши, стрекозы.

Развитие с полным превращением. Иначе идет развитие у бабочек. Из отложенного самкой яйца выходит маленькая гусеница (рис. 195) — личинка, совершенно не похожая на будущую бабочку и имеющая скорее червеобразную форму (отсюда неправильные названия для многих гусениц: «капустный червь», «озимый червь», «шелковичный червь»). Правда, и гусеница, в отличие от настоящих червей, имеет все признаки, характерные для насекомых: ее тело разделено на ясно обособленную голову, на грудь, состоящую из трех сегментов и несущую три пары членистых ножек, и на длинное брюшко, на котором членистых ножек уже нет (заменяющие их здесь «ложные ноги», которыми гусеница плотно держится на месте, имеют иное строение и происхождение). Однако во всех деталях строение гусениц сильно отличается от строения бабочки. Усики у нее зачаточные, глаза развиты слабо (в виде скопления отдельных боковых глазков), а ротовые части жующего типа, тогда как у бабочки усики длинные, глаза сложного строения и большие, а ротовые части преобразованы в длинный сосательный хоботок. Грудные ножки у гусеницы очень короткие по сравнению с ножками будущей бабочки. Образ жизни у гусеницы и у бабочки также совершенно различен: гусеница крепко держится на листе и грызет его своими челюстями, а бабочка летает по цветкам и сосет из них жидкий нектар. Гусеница может обратиться в бабочку

только после полной перестройки почти всех частей тела.

И действительно, выкармливая какую-нибудь гусеницу (например, гусеницу капустницы), мы можем наблюдать, что после нескольких очередных линек гусеница, как говорят, «превращается» в куколку. Это превращение выражается в том, что развивающееся насекомое, освобождаясь при линьке из лопнувшей гусеничной шкурки, оказывается имеющим уже иную форму тела. Присматриваясь к внешнему строению куколки, легко заметить, что у нее уже сформированы все части тела бабочки (рис. 196): спереди у нее сложены усики, вытянутый хоботок и три пары длинных ножек, по бокам прилегают к телу пока еще короткие крылья, брюшко стало более коротким и не имеет ложных ножек. Значит, внешнее строение будущей бабочки сформировалось еще под кожей подростшей гусеницы и обнаружилось при окукливании, когда гусеница в последний раз сбросила шкурку (рис. 196).

Но перестройке подвергаются и все внутренние органы развивающейся бабочки. Во время гусеничной стадии ее кишечник был приспособлен к питанию листьями капусты, тогда как взрослая бабочка питается жидким нектаром цветов. Ее мускулатура должна быть приспособлена к полету, а уже не к ползанию по поверхности ветвей и листьев. Иное строение получают и органы чувств: гусеница в своем поведении руководствуется преимущественно только осязанием (ее глаза и усики развиты очень слабо), а взрослая бабочка — зрением и обонянием.

Конечно, во время такой коренной перестройки всех главных органов насекомое не



Рис. 196. Превращение гусеницы капустницы в куколку.

может ни питаться, ни передвигаться: в стадии куколки будущая бабочка остается неподвижной и не принимает никакой пищи. Если недавно образовавшуюся куколку вскрыть, то у нее почти все внутренние органы окажутся распавшимися и обратившимися в полужидкую кашу, из которой затем должны будут сформироваться органы взрослого насекомого (рис. 197).

Следовательно, стадия куколки — это период внутренней перестройки организма в связи с изменением образа жизни при переходе от личиночной стадии к взрослому (имагинальному) состоянию.

Такой тип развития, когда взрослой форме предшествует стадия куколки, называется развитием с полным превращением. Кроме бабочек, полное превращение имеют жуки, мухи, комары, пчелы, осы, муравьи, ручейники и блохи.



Рис. 197. Начало вылупления бабочки из куколки капустницы.

Основные принципы систематики насекомых

По многообразию форм класс насекомых превосходит все остальные группы животного мира. Зоологи делят его на два подкласса и на большое количество отрядов. Как и во всех других группах, в один отряд соединяют формы, которые можно считать более близкими по своему происхождению и которые сходны между собой по целому ряду признаков. Такими признаками, на основе которых проводится разделение насекомых на отдельные отряды, являются, во-первых, тип развития (неполное или полное превращение), во-вторых, строение ротовых частей и, в-третьих, характер строения крыльев. Особенности строения крыльев отмечаются и в названиях многих отрядов: прямокрылые (сюда относятся кузнечики и саранчовые), сетчатокрылые (златоглазки), перепончатокрылые (пчелы, осы, муравьи), двукрылые (мухи, комары), жестkokрылые (жуки), чешуекрылые (бабочки).

Современные систематики принимают до 25 отдельных отрядов насекомых — гораздо больше, чем их насчитывали зоологи прошлого столетия, так как некоторые из ранее установленных групп (главным образом прямокрылые и сетчатокрылые) ныне разбиты на несколько отдельных отрядов.

В этой книге мы не даем обзора класса насекомых по отдельным систематическим группам, отсылая интересующихся к специальным руководствам по энтомологии и к определителям.

Для учителя-биолога, проводящего практические работы на пришкольном участке или в колхозном саду, ведущего учащихся на экскурсию в природу или организующего внеклассные занятия по изучению насекомых, важно в первую очередь конкретное знакомство с отдельными представителями мира насекомых из числа наиболее распространенных вредителей сельского хозяйства, переносчиков различных заболеваний, а также из числа насекомых, полезных для нас своей деятельностью. Важно также непосредственное знакомство и с теми формами, которые представляют интерес со стороны их

ИЗУЧЕНИЕ НАСЕКОМЫХ-ВРЕДИТЕЛЕЙ

биологических особенностей («общественные» насекомые, обитатели водоемов) или могут служить яркими примерами изменчивости, защитных приспособлений, своеобразных особенностей поведения.

При изучении предлагаемых вниманию учителя объектов у него, несомненно, сложится ясное представление о внешних признаках, характеризующих главнейшие отряды, и, встретив на экскурсии незнакомое насекомое, почему-либо привлекавшее к себе внимание учащихся, он сумеет дать им правильный ответ, сказав, например, что это — ночная бабочка, это — древесный клоп, это — жук, и по-видимому хищный, это — похожая на осу муха (у нее ведь только два крыла) и т. д. В данных случаях это будет достаточно точный ответ; учитель разъясняет, что количество отдельных видов насекомых в нашей природе исчисляется многими тысячами и что знать их всех по «имени-отчеству» могут только немногие специалисты-энтомологи — ученые, посвятившие себя изучению мира насекомых. Затем от примитивного интереса к тому, как называется данное насекомое, внимание учащихся переключается на более глубокие вопросы: чем, судя по его поведению, данное насекомое должно питаться, чем и как оно защищает свою жизнь, какое значение имеют его своеобразные телодвижения и т. д.

В таком именно плане и строится в этой книге дальнейшее изложение материала о насекомых.

Но если учитель-биолог заинтересуется и специальным изучением какой-либо группы насекомых, например чешуекрылых (бабочек) или жесткокрылых (жуков), экскурсируя за ними в природу, собирая коллекции и обрабатывая их с помощью определителей, проводя наблюдения в садках, то такая «внешкольная» работа откроет ему путь в область научного исследования, помогая на конкретном местном материале глубже понять общие закономерности жизни природы¹.

¹ Литература: Н. Н. Плавильщиков, Определитель насекомых, М., Учпедгиз, 1957; Я. Тыкач, Маленький атлас бабочек, Прага, 1959 (на русск. яз.).

Насекомые-вредители и практика сельского хозяйства. Еще до появления агрономической науки тысячелетний опыт крестьянина-земледельца, передаваемый из поколения в поколение, выработал все основные приемы возделывания сельскохозяйственных растений. Еще в эпоху каменного века, когда люди не знали обработки металлов, существовали ручные мельницы и орудия прядильного и ткацкого искусства, указывающие на сравнительно высокий по тому времени уровень земледельческой культуры. С незапамятных времен люди научились рыхлить почву, вносить в нее навозное удобрение, производить посев и своевременно убирать урожай. Современная агрономия только научно обосновала эти основные приемы земледелия и усовершенствовала применяемые орудия, заменив дерево железом и сталью, а ручную силу — конной тягой и работой машин.

И еще задолго до появления учения о селекции человек путем бессознательного отбора получил культурные сорта растений, значительно отличающиеся от своих дикорастущих родичей, а на более высокой ступени культуры, например в эпоху римского владычества, уже сознательно производил отбор наиболее крупных колосьев с целью улучшения сорта.

С глубокой древности люди научились размножать растения не только семенами, но и отводками, а египтяне за пять тысяч лет до наших дней уже практиковали прививку виноградной лозы.

Но была область, в которой земледелец или садовод был совершенно беспомощен перед стихийными силами природы и в которой его тысячелетняя практика не выработала сколько-нибудь рациональных мер защиты. На колоссящиеся поля неведомо откуда налетала туча саранчи и уничтожала весь ожидаемый урожай; ни рукопашная борьба с ней при помощи лопат и цепов, ни попытки отогнать ее шумом и звоном в тазы и ведра не могли спасти поля и еще меньше могли предотвратить повторение подобных налетов на будущее время. Неведомо откуда по-

являлся на полях какой-то «червь» и опустошал всходы озими, а затем, сделав свое дело, почему-то сразу «пропадал». Еще сто лет назад один уездный предводитель дворянства, то есть представитель наиболее образованного в ту пору сословия, и вдобавок сельский хозяин, сообщал костромскому губернатору, что он сам лично был свидетелем того, как эти «озимые черви» падали с неба вместе с дождем.

Конечно, при таких представлениях о природе вредителя нечего было и думать о каких-нибудь действенных мероприятиях, которые могли бы предотвратить посылаемую небом кару. Оставалось одно — обратиться к небесной помощи и служить молебн о прекращении разразившейся напасти.

Автору этой книги довелось еще в гимназические годы слышать от возницы-крестьянина самый одобрительный отзыв о местном священнике и доходчивости его молитв. Оказалось, что на полях в том году появился «червь», уничтоживший озимые; встревоженные этим прихожане обратились к отцу Николаю, тот отслужил для них молебен и — «что же ты думаешь — ведь на другой же день весь червь сразу пропал!»

Так скромный сельский «батюшка» неожиданно для самого себя стяжал славу чуть ли не чудотворца. В действительности же внезапное исчезновение «червя» произошло по самой простой и естественной причине: этим «червем» были, вероятно, гусеницы озимой совки и внимание крестьян они привлекли только тогда, когда они уже успели произвести большие опустошения, а молебен совпал с тем временем, когда этим гусеницам пришла пора уйти для окукливания в землю. «Червь» не «пропал», а только перестал попадаться на глаза и продолжал свое дальнейшее развитие: зарывшиеся в землю гусеницы обратились в куколок, куколки дали бабочек, а бабочки оставили многочисленное потомство — новое поколение вредителей (см. далее, стр. 220—221).

Таким образом, полнейшее незнание цикла развития самого обыкновенного насекомого-вредителя делало человека рабом непостижимых для него стихийных сил и

заставляло его искать помощи в таинственной магии церковных обрядов и молитвословий.

Начало научного изучения жизни насекомых. Первоначально изучение мира насекомых еще не было связано с требованиями практики, хотя и возникло в свое время в связи с определенным состоянием производительных сил и общественных отношений, которое вызвало начавшийся с XVII века общий расцвет научного естествознания. Изобретение микроскопа не только обнаружило перед изумленными наблюдателями целый мир мельчайших «зверьков», недоступных для невооруженного глаза, но и по-новому показало строение таких ничтожных существ, как комар или блоха, представших под стеклами микроскопа в виде крупных чудовищ. Знаменитые опыты Трамбле (см. стр. 56), показали, насколько интересные вещи могут обнаружиться при более внимательном рассмотрении самых невзрачных и как будто ничем не замечательных существ. Тогда же швейцарский натуралист Шарль Бонне (1720—1793) сделал поразительное открытие: оказалось, что у «травяных вшей», или тлей, копошащихся на побегах бересклета, на подорожнике, целые ряды поколений состоят из одних только самок, которые размножаются девственным путем, без участия самцов. Всякие букашки, козявки и червяки, до которых в прежние времена не было дела серьезным людям, стали предметом тщательных наблюдений. Крупный французский ученый Рене Реомюр (имя которого в последующие времена осталось связанным с предложенной им конструкцией термометра) выпустил шеститомный труд, сопровождаемый множеством рисунков и носивший название «Мемуары, относящиеся к истории насекомых». В этих объемистых томах, вышедших в течение 8 лет (1734—1742), были подробно, шаг за шагом, прослежены и изображены стадии развития насекомых самых различных групп и описывались их повадки и инстинкты. В Германии, в старинном Нюрнберге, Резель фон Розенхоф (1705—1759), не менее внимательный наблюдатель, но, кроме того, еще и превосходный рисовальщик, выпускал для не-

большого круга подписчиков свои «Ежемесячно издаваемые утехы, доставляемые насекомыми» в виде отдельных тетрадок, сопровождаемых непревзойденными по точности изображениями описываемых объектов, художественно раскрашенными от руки в каждом экземпляре, по предположению, самим автором.

Для людей практического дела непонятная для них возня с нестоящими внимания букашками и червяками должна была казаться праздной забавой; еще более чужды эти интересы были трудящемуся в поте лица крестьянину-земледельцу. Возможно, что и сами наблюдатели, увлеченные раскрывающимися перед ними тайнами жизни и превращений насекомых и этим усаждавшие свои «глаза и душу», совсем не думали в то время о запросах практической жизни.

Однако изучение развития различных насекомых от яйца до взрослой формы сорвало покров непонятной тайны с явлений «зарождения» и внезапного исчезновения «червей», нападающих на сады и посевы. В жизненном цикле этих вредителей оно начало обнаруживать те моменты, когда враг оказывается наиболее уязвимым, когда его легче всего уничтожить или, по крайней мере, ограничить в проявлениях его разрушительной деятельности. Постепенно практики сельского хозяйства начинают узнавать природу своего врага и принимать меры, чтобы защитить от него свои угодья. К концу XVIII века даже в отсталой, крепостнической России в «Трудах Вольного Экономического общества» появляются статьи «О предохранении яблонь от червей» или «О капустных червях и о сильных средствах к истреблению оных из огородов».

Единство теории и практики в деле борьбы с вредителями. Это были первые и пока еще очень несовершенные попытки использовать добытые научным исследованием сведения в интересах сельскохозяйственной практики. Но когда, таким образом, связь между наукой и практикой оказалась установленной, тогда уже требования практики начинают направлять научное исследование на разрешение вопросов, имеющих значение для сельского хозяйства. В результате и теория и практика

приходят здесь к тому единству, при котором выигрывают обе стороны. Запросы практики направляют теорию на путь более глубокого и разностороннего изучения отдельных форм вредителей и их взаимоотношений с другими факторами окружающей среды. Теория обогащается новыми фактами и выводами, а практика получает возможность использовать эти факты для выработки наиболее действенных и научно обоснованных методов борьбы с вредителями растений и защиты урожая от грозящих ему потерь.

Позднее — с конца прошлого столетия — начала выясняться еще другая сторона вредной деятельности многих насекомых: их роль в распространении таких тяжелых заболеваний, как малярия, сыпной и возвратный тиф, пендинская язва, африканская сонная болезнь и др. Здесь только тесное содружество теории и практики вооружило человечество профилактическими мерами борьбы с названными болезнями и вместе с тем расширило и углубило наши знания по систематике и биологии возбудителей и переносчиков этих заболеваний.

Подобным же образом были изучены насекомые-паразиты и переносчики заболеваний наших сельскохозяйственных животных.

А для того чтобы широкие слои населения могли сознательно отнестись к проведению мероприятий по защите урожая и по охране здоровья человека и его домашних животных, наша школа должна, хотя бы на нескольких конкретных примерах, знакомить подрастающие поколения с наиболее заметными или распространенными вредителями из мира насекомых и на них показывать, как знание биологии вредителя открывает нам возможности для успешной борьбы с ним или для его полной ликвидации.

Те сведения по насекомым-вредителям, которые читатель найдет в дальнейшем изложении, отнюдь не претендуют на то, чтобы заменить собой специальные пособия на эту тему, выпускаемые издательствами сельскохозяйственной литературы, где описывается гораздо большее количество вредителей различных культур и гораздо полнее указываются разнообраз-

ные меры борьбы, применяемые в различных условиях. Кроме того, в нашей книге подбор изучаемого материала в значительной мере продиктован дидактическими требованиями, а описываемые виды рассматриваются не только как вредители, которых следует уничтожить, но и как зоологические объекты, на которых попутно могут быть раскрыты или проиллюстрированы те или иные общебиологические положения. Каждый отдельный вид не только вредит той или иной культуре, но и обладает теми или иными защитными приспособлениями, иллюстрирует зависимость организма от условий его существования, а в некоторых частных случаях дает богатый материал для ознакомления с внутривидовой изменчивостью, явлениями миграции и т. д.¹

Изучение вредителей, а также и борьбу с ними следует начать с самой ранней весны — задолго до появления на деревьях листьев. Особенное внимание в это время следует обратить на плодовый сад.

ВРЕДИТЕЛИ ПЛОДОВОГО САДА

Яблоневый долгоносик, или яблоневый цветоед

Виновники гибели бутонов яблони. В конце мая, когда цветут яблони, среди их распутившихся цветков иногда можно заметить нераскрывшиеся и побуревшие бутоны; если таких погибших бутонов на яблонях окажется много, то следствием этого будет неурожай яблок. Нередко крестьяне-садоводы, замечая на яблонях побуревшие бутоны, объясняют это явление

¹ Живо написанные очерки о насекомых-вредителях дает выдержавшая несколько изданий в Детгизе книга Н. С. Щербиновского «Шестиногие враги и друзья». Перу того же автора принадлежит методическое пособие «Вредители сельского хозяйства как объект школьного изучения» (М., Учпедгиз, 1931).



Рис. 198. Яблоневый долгоносик на почке яблони (увеличено).



Рис. 199. Бутоны яблони, поврежденные долгоносиком.

тем, что нераспустившиеся цветки будто бы были «побиты морозом» или погибли от «холодной росы».

Настоящую причину гибели бутонов легко обнаружить, если снять с бутона сомкнутые в виде колпачка побуревшие лепестки: тогда внутри бутона можно заметить маленькую червеобразную личинку (рис. 198, 199).

Личинка эта не имеет ног: в той закрытой со всех сторон колыбельке, где она развивается, ей не приходится ползать в поисках корма и ей не грозит опасность куда-нибудь свалиться. Цвет личинки белый, или, вернее, покровы ее тела лишены какой-либо окраски, которая для хорошо укрытой личинки и не может иметь защитного значения. Зато для сохранения жизни этой безногой и бесцветной личинки очень важное значение имеет прочность того колпачка, под покровом которого она живет; легко представить, что должно было бы произойти, если бы бутон с личинкой раскрылся или если бы засохшие лепестки отпали.

Очень своеобразен способ, благодаря которому достигается надежное укрытие личинки. Осторожно сняв колпачок, мы увидим, что личинка поела внутренние части бутона, но не найдем там ее испражнений. Дело в том, что свои клейкие испражнения личинка применяет для смазки прикрывающих ее лепестков. Эта внутренняя «штукатурка» и не позволяет лепесткам раскрыться или отпасть.

Развитие яблоневоего долгоносика. Личинка яблоневоего цветоеда живет около

двух недель, а затем в том же бутоне и окукливается. Стадия куколки продолжается около 10 дней; к началу лета из бутонов выходят молодые жучки и вскоре рассеиваются по окружающим насаждениям.

Эти мелкие серые жучки (длиной около 3—4 мм) обладают очень своеобразной формой головы, которая вытянута у них наподобие длинного искривленного носа или хобота; по этому признаку они и получили название «долгоносиков». Такая форма головы помогает долгоносикам вгрызаться в мягкие части растений, которыми они питаются.

Летом деятельность жучков-долгоносиков мало заметна, а к осени они забираются в трещины коры, в кучи опавшей листвы и там перезимовывают.

Весенняя деятельность яблоневых долгоносиков. Весной, к концу апреля, когда установится теплая погода и на яблонях начинают набухать почки, жучки взбираются на ветки яблонь. Там они вгрызаются в нераспустившиеся почки и питаются их сочной мякотью. Поврежденные почки мокнут, теряют силу и дают уродливые листья. Если ползающего или сидящего на ветке жучка потревожить, он складывает ножки, быстро падает на землю и минуту-другую лежит там неподвижно.

Такой «рефлекс обмирания» является для жучка-долгоносика очень важным защитным приспособлением. Во-первых, падение с дерева позволяет жучку ускользнуть от приближающегося врага гораздо быстрее, чем он мог бы это сделать при помощи своих ножек или крыльев; во-вторых, маленький серый жучок, неподвижно лежащий на земле со сложенными ножками, становится в это время не отличимым от крупинки почвы (таким образом, обычное выражение, будто жучок «притворяется мертвым», дает неверное объяснение этому явлению).

Около середины мая на яблонях начинают разворачиваться листовые почки и обособляются цветочные бутоны. Тогда самки долгоносика при помощи своей вытянутой хоботообразной головы (головотрубки) проделывают в бутоне отверстие и откладывают туда яичко, а затем проде-

лывают то же самое на других бутонах. С этого момента зараженные бутоны уже обречены на гибель и не смогут образовывать плодов: они не распускаются, бурют и в них развиваются личинки долгоносика.

Борьба с яблоневым долгоносиком. На примере яблоневых долгоносиков мы можем видеть, как изучение повадок и всего жизненного цикла вредителя подсказывает нам пути для борьбы с ним и для защиты урожая наших садов. Конечно, уничтожение зараженных бутонов по всему саду было бы и практически невыполнимо и не привело бы к цели, то есть не вернуло бы уже погибшего урожая. Невыполнимо было бы и уничтожение жучков в летние месяцы, когда эти мелкие и малозаметные насекомые рассеиваются по листьям деревьев, не причиняя в это время сколько-нибудь заметного вреда. Но зная обстановку, в которой долгоносик зимует, мы можем сделать из этого следующий практический вывод: чтобы не предоставлять вредителям удобных зимних убежищ на коре яблонь, следует держать стволы чистыми и обмазывать их глиной с известью, а под деревьями не оставлять опавших листьев и другой трухи, где также укрываются на зиму жучки. А готовящихся к зимовке долгоносиков можно привлечь осенью в искусственные ловушки в виде поясов из рогожи, тряпок, соломенных или бумажных жгутов. Эти ловчие пояса надеваются на стволы яблонь на высоте около 1 м над землей, а при наступлении морозов снимаются и сжигаются вместе с забившимися в них жучками.

Так полезный для жучка инстинкт забиваться для перезимовки в различные щели садовод обращает на гибель этого вредителя.

Однако применение ловчих поясов не может вполне обезопасить сад от появления вредителей: долгоносики могут безнаказанно перезимовать и между крупинками почвы или могут налететь в сад со стороны и весной оказаться на ветках яблонь. Знакомство с образом жизни и повадками вредителя подсказывает нам и дальнейшие меры для успешной борьбы с ним: тот самый «рефлекс обмирания»,



Рис. 200. Стряхивание долгоносиков.

который так хорошо спасает долгоносиков от их естественных врагов, мы можем использовать для того, чтобы обнаружить этих вредителей и затем их уничтожить.

Для этого под яблоней расстилают белую простыню или подставляют специально изготовленный щит из парусины, а затем резкими отрывистыми ударами постукивают по ветвям и сучьям. При таких ударах ползающие по ветвям жуки «обмирают», валятся вниз, но вместо земли попадают на светлую парусину или белую простыню, где их легко заметить, собрать, а затем уничтожить (рис. 200). Чтобы не повредить при этом кору яблони, палку-колотушку обвязывают тряпкой.

Такое околачивание яблонь следует повторять по нескольку раз в день, а для проведения этого мероприятия необходимо использовать тот короткий период, когда пробудившиеся после зимней спячки долгоносики ползают по ветвям и начинают подкармливаться мякотью набухших листовых почек, но еще не успели отложить яичек. Отсюда видно, насколько важно для борьбы с вредителем знать не только его повадки, но и календарные сроки отдельных моментов его жизни: если надлежащее время будет упущено,

то околачивание яблонь уже теряет свой смысл, так как зараженные бутоны уже безвозвратно обречены на гибель.

Семейство долгоносиков. Яблоневый цветоед является представителем очень обширного семейства *жуков-долгоносиков*, в котором насчитывается около 10 000 видов (в том числе до 300 видов в центральных районах нашей страны). Особенности строения долгоносиков заключается в своеобразной «головотрубке», имеющей форму более или менее длинного направленного вниз хобота, на конце которого расположены ротовые части обычного для всех жуков жующего типа (за такую хоботообразную форму головы эти жуки и получили название «долгоносиков» или «слоников»). При помощи этого приспособления долгоносики врываются в глубь различных органов растений; поэтому многие из долгоносиков оказываются вредителями наших культур (*гороховый слоник*, несколько видов *свекловичных долгоносиков*, *капустный долгоносик*, *амбарный*, или *зерновой, долгоносик*, *букарка*, *казарка*, *смолевка* и ряд других). Хвойным лесам сильно вредит *сосновый долгоносик* — сравнительно крупный жучок, на котором удобно рассмотреть особенности строения долгоносиков. Белые «червячки», попадающиеся в орехах, также принадлежат к этой группе — это личинки *орехового слоника*.

Белянка-боярышница

Бабочка-боярышница получила свое название от боярышника — одного из тех растений, на которых выкармливаются ее гусеницы (рис. 201). Однако чаще ее гусеницы объедают листья черемухи, рябины и различных культурных плодовых деревьев — яблони, груши, сливы, вишни, абрикоса. Поэтому боярышница, широко распространенная на территории нашей страны, оказывается одним из очень заметных вредителей плодового сада.

Гусеницы боярышницы. Если поздней осенью, зимой или в самом начале весны присмотреться к обнаженным ветвям плодовых деревьев, то на них можно бывает заметить комочки сморщенных неопавших листьев, соединенных между собой и с

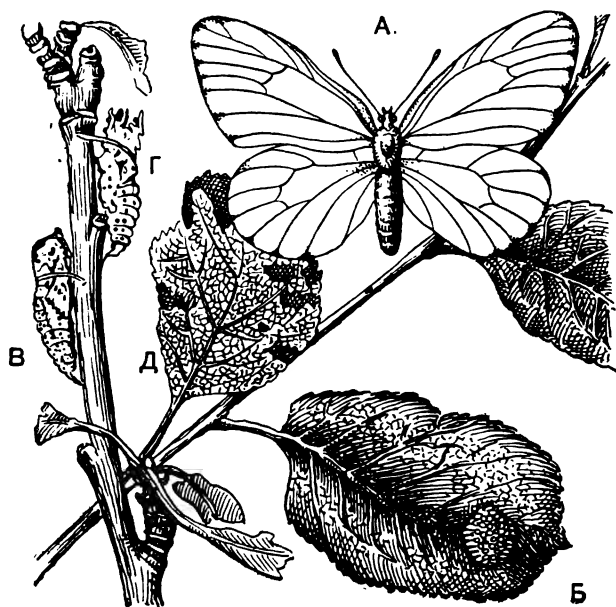


Рис. 201. Боярышница:

А — бабочка; Б — кладка яиц; В — куколка; Г — пустая оболочка куколки; Д — лист, «скелетированный» молодыми гусеничками,



Рис. 202. Зимнее гнездо гусениц боярышницы.

ветками при помощи тонких шелковинок. Это «зимние гнезда» боярышницы (рис. 202). Внутри такого гнезда, под защитой свернутых побуревших листьев, сидит целый выводок маленьких гусеничек, которые во второй половине лета вышли из отложенных бабочкой яиц и, покормившись некоторое время мякотью листьев, устроили себе зимнее убежище. В своих зимних гнездах они переносят в оцепенелом состоянии самые сильные зимние морозы.

Весной гусенички выползают из своего гнезда и начинают объедать молодые листья и цветочные почки. Затем гусеницы расползаются по всему дереву и продолжают повреждать его листву. У подросших гусениц тело толстое, с лоснящейся кожей, покрытой редкими волосками, и имеет довольно пеструю расцветку (синеватые бока, а на спине красновато-бурые и черные продольные полосы).

Хотя гусеницы благодаря своей яркой окраске и крупной величине хорошо заметны на ветвях дерева и, вдобавок, часто держатся вместе целыми группами, насекомоядные птицы избегают их трогать. По-видимому, эти гусеницы несъедобны для большинства птиц благодаря волоскам, покрывающим их тело, а может быть и из-за своего неприятного вкуса.

Окукливание. В конце мая или начале июня гусеницы боярышницы готовятся к окукливанию. Окукливаются они открыто (то есть без кокона) на стволах деревьев, на нижней стороне ветвей или где-нибудь на соседних заборах и стенах строений.

При наблюдениях в садке можно проследить, как гусеница, найдя подходящее место, сначала устранивает около заднего конца своего тела маленькую шелковую площадку, а затем опоясывает себя тонкой шелковинкой, которая поддерживает ее тело, не давая ему откидываться вниз (шелковистая нить, твердеющая на воздухе, выделяется гусеницами через особое отверстие на нижней губе). После этого гусеница принимает сгорбленную позу, а примерно через сутки можно наблюдать ее превращение в куколку: шкурка гусеницы лопается на спинке у ее переднего конца и мышечными усилиями насекомого постепенно сдвигается к заднему кон-

пу тела. Когда же куколка совершенно освободится от гусеничной шкурки, крошечные крючки на заднем конце ее брюшка зацепляются за нити заранее подготовленной шелковой площадки, и куколка остается подвешенной вплоть до вылупления из нее бабочки (совершенно таким же образом, как у боярышницы, происходит окукливание и у ее родичей — капустницы и репницы; см. рис. 196 и 197).

Бабочка-боярышница. Недели через полторы из куколок появляются бабочки, которых на лету легко спутать с другой вредной белянкой — бабочкой-капустницей. Однако боярышница отличается от капустницы тем, что крылья у нее полупрозрачны (особенно у самок), крупных черных пятен на них нет, но зато резко выделяются черные крыловые жилки (рис. 201).

Сразу после вылупления из оболочки куколки бабочка выделяет крупную каплю жидких испражнений, имеющих красноватый цвет. В годы массовых размножений боярышницы такие красные капли или уже подсохшие красные пятна бывают заметны и на заборах и на стенах, где были прикреплены куколки; этим и объясняются те мнимые «кровавые дожди», которые в былые времена вызывали среди населения суеверный ужас, как предвестники кровопролитных войн и других народных бедствий.

В конце июня самки боярышницы откладывают на листья плодовых деревьев кучки желтых яичек, из которых затем выходят маленькие гусенички. В конце лета гусеницы растут очень медленно, держатся вместе всем выводком под защитой общего покрова из шелковистой паутины и, наконец, устраивают себе общее «гнездо» для перезимовки.

Защитное значение предостерегающей окраски. Сама по себе «несъедобность» (т. е. ядовитость, неприятный вкус, опасное жало и т. д.) была бы недостаточной защитой для насекомого, которое подвергалось бы нападениям со стороны птиц, расклеивалось бы ими, а затем бросалось; защитное значение «несъедобность» получает только тогда, когда она оказывается связанной с заметными внешними признаками. Опыты показали, что моло-

дые птицы хватают без разбора и ярких и неярких насекомых и только после нескольких неприятных проб запоминают яркую или пеструю расцветку «несъедобных» насекомых и перестают трогать добычу с такой предупреждающей окраской.

Еще в конце прошлого столетия русский энтомолог-дарвинист И. А. Порчинский отметил любопытную особенность куколок боярышницы, имеющих в общем «светлую предостерегающую окраску» (подобно несъедобным куколкам божьих коровок и жуков-листоедов): на переднем конце у них заметен оранжевый выступ, похожий на каплю выступившей из тела жидкости, как будто куколка была расклевана птицей, но оставлена из-за несъедобности.

Что же касается самих бабочек-боярышниц, то, в отличие от большинства других дневных бабочек (например, от капустницы, крапивницы), их окраска в «позе покоя», то есть с поднятыми вверх и сложенными над спиной крыльями, не делает их незаметными — к зрителю обращено сочетание белого цвета крыльев с черными линиями крыловых жилок, черных ножек и черного тела бабочки. Однако и при такой хорошо заметной «спальной одежде» эти бабочки не привлекают внимания насекомых и птиц, хотя и усаживаются иногда на ночлег по нескольку десятков вместе. А это значит, что, подобно своим куколкам, и бабочки этих белянок также обладают «светлой предостерегающей окраской», пусть и не очень яркой, но воспринимаемой птицами как ярлык несъедобности.

Враги боярышницы. Казалось бы, что благодаря своей несъедобности и предостерегающей окраске, боярышница вполне надежно защищена от преследований и должна была бы с каждым годом становиться все более и более многочисленной. Однако нередко после массового появления боярышниц на следующий год количество их заметно уменьшается. Очевидно, предупреждающая окраска вместе с неприятным для птиц вкусом не может защитить боярышницу от всех подстерегающих ее опасностей и имеет только относительное значение.

• Но если боярышница и в гусеничной стадии, и в стадии куколки, и в имагинальной стадии не истребляется птицами, то что же сдерживает увеличение численности этого вида?

Ответ мы найдем в годы массового размножения боярышницы: среди окуклившихся или готовящихся к окукливанию гусениц на стволах или на заборах иногда можно видеть погибших гусениц, окруженных маленькими шелковыми кокончиками желтого цвета (такие кокончики иногда по неведению считают «яйцами», которые будто бы отложила гусеница). Позднее из этих кокончиков выходят мелкие *наездники-апантелесы*, или *мелкобрюхи* — насекомые из отряда перепончатокрылых, по своему строению несколько похожие на осу в миниатюре.

Самки наездников-мелкобрюхов, вооруженные колющим яйцекладом, откладывают свои яички в тело молодых перезимовавших гусениц. Там из отложенных яичек выходят паразитические личинки наездника, которые первое время не затрагивают наиболее важных для жизни гусеницы органов; поэтому гусеница продолжает кормиться и расти, «вынашивая» развивающихся в ней паразитов. Наконец, когда для гусеницы подходит пора окукливания, подросшие личинки наездника причиняют ей уже смертельные повреждения, вылезают на поверхность ее тела и завивают вокруг себя отдельные шелковые кокончики, в которых они и окукливаются¹. Есть еще несколько более крупных видов наездников, которые устраивают свое потомство в куколки боярышницы, откладывая в каждую куколку только по одному яйцу (более одной личинки в теле куколки не могло бы выкормиться).

Таким образом, несъедобные для огромного большинства насекомоядных птиц гусеницы и куколки боярышницы часто становятся жертвами нескольких определенных видов наездников, которые именно в их тело и устраивают свое потомство. Эти наездники и сдерживают увеличение численности боярышницы и потому ока-

зываются нашими «союзниками» в деле защиты урожая яблок, груш и косточковых плодов.

Борьба с боярышницей. Меры борьбы с вредителем, как мы это уже видели на примере яблоневго долгоносика, должны опираться на изучение его образа жизни и цикла его развития. Это целиком относится и к защите садов от боярышницы. Было бы трудно и нецелесообразно собирать для уничтожения куколок боярышницы или взрослых гусениц, когда они уже расплозились по ветвям и успели повредить цветочные почки; совсем нелепо было бы стремиться переловить взрослых бабочек, порхающих по цветущим лужайкам; с большим трудом можно найти (и то только на мелких деревьях) отложенные бабочками яички. Но когда поздней осенью или зимой на оголенных ветвях остаются висеть хорошо заметные «зимние гнезда» из свернутых сухих листьев, где весь выводок сидит вместе, тогда и следует уничтожать боярышницу, пока еще не успевшую причинить дереву сколько-нибудь заметных повреждений. Зимние гнезда боярышницы снимают с деревьев при помощи длинной палки с развилком на конце, а затем сжигают их со всем их живым населением.

Шелкопряд-златогузка

В более южных районах значительный вред садам причиняют гусеницы *златогузки* (рис. 203). В отличие от боярышницы, златогузка принадлежит к обширной группе бабочек-шелкопрядов. Однако по своему жизненному циклу и по характеру защитных приспособлений златогузка имеет много общего с боярышницей.

Молодые гусенички златогузки также перезимовывают в гнездах из скрепленных шелковистыми нитями листьев (рис. 204). От зимних гнезд боярышницы эти гнезда отличаются тем, что они крупнее и прочнее прикреплены к ветвям (поэтому их труднее снять с дерева и для этого приходится пользоваться садовым ножом, ножницами или особым инструментом на длинной палке — секатором).

Подросшие гусеницы покрыты густыми волосками и имеют пеструю предосте-

¹ Другой, очень близкий вид апантелеса паразитирует в гусеницах капустницы (см. стр. 211).

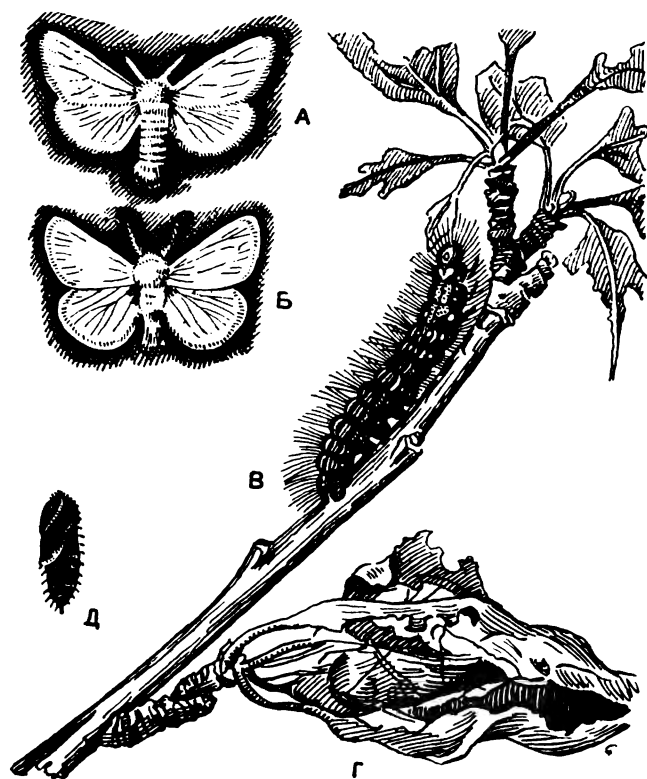


Рис. 203. Златогузка:

А — самка; Б — самец; В — гусеница; Г — кокон, сплетенный среди листьев; Д — куколка.

регающую окраску. Несъедобность гусениц обусловлена ядовитостью их волосков, вызывающих сильный зуд даже на нашей сравнительно грубой коже. Перед окукливанием гусеницы плетут легкие паутинистые коконы, а из куколок в середине лета выходят бабочки белоснежного цвета, у которых только задний конец брюшка покрыт яркими золотисторыжими волосками (отсюда и название «златогузка»). Белая окраска бабочек с яркой рыжей отметиной на конце брюшка также имеет предостерегающее значение и связана с их несъедобностью.

Самка златогузки, откладывая яички на листьях или ветвях деревьев, переслаивает их рыжими волосками со своего брюшка, так что вся кладка получает форму удлиненного бархатистого валика.

Хотя златогузка на всех стадиях своего развития хорошо защищена от нападения птиц, однако численность этого «несъедобного» вредителя сильно сокращают наши «союзники» из мира насекомых: существует около 40 видов наездников, пристраивающих свое потомство и в яйцах златогузки и в теле ее гусениц и куколок (хороший пример, показывающий относительность защитных приспособлений в мире животных).

Непарный шелкопряд

Вредитель древесной растительности *непарный шелкопряд*, или *непарник* (рис. 205), интересен для нас некоторыми особенностями своей биологии — теми, в которых раскрываются его сильные и его «уязвимые» стороны, и теми, которые объясняют причины неудач при широком применении аэрохимического метода борьбы с этим вредителем.

Внешний вид и поведение бабочек. Название «непарный» шелкопряд подчеркивает ярко выраженный у этих бабочек половой диморфизм: самцы и самки у них как будто совсем «не пара» друг другу, резко различаются и по размерам, и по общим контурам, и по окраске, и по своему поведению. Самцы — это бабочки средних размеров и легкого телосложения, с широкими крыльями буровато-серой окраски, на которых выступает рисунок из



Рис. 204. Зимнее гнездо гусениц златогузки.

более темных волнистых линий. Самки значительно крупнее, брюшко у них толще и на конце покрыто беловато-серым пухом, крылья продолговатой формы, беловатого цвета со слабо выраженным, как бы размытым темным рисунком. Резко

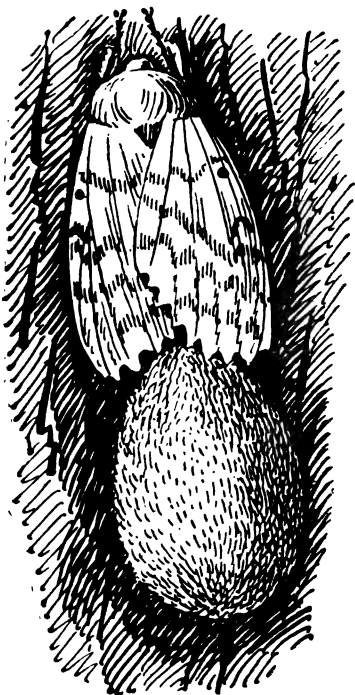


Рис. 205. Самка непарного шелкопряда у отложенных ею яиц.

разнятся у обоих полов и усики, перистые у самцов и почти нитевидные у самок.

В годы массового размножения непарника на лесных опушках, в садах, в парках и даже на городских бульварах в конце августа невольно обращает на себя внимание своеобразный полет самцов этих бабочек. Они вылетают еще в дневные часы и порхают, бросаясь из стороны в сторону — то вправо, то влево, то вверх, то вниз. На цветы они никогда не присаживаются (ротовые части у них, как и у всех шелкопрядов, не развиты и в имагинальной стадии они не питаются), и цель их полета иная — при помощи своего обостренного чутья (перистые усики!) они отыскивают самок. В противоположность самцам самки непарника «тяжелы на подъем», летают медленно и обыкновенно

ожидают самцов, сидя на стволах и ветвях деревьев.

Откладка яиц. После спаривания самки перелетают к основанию стволов и там большими кучками откладывают яйца, к которым приклеиваются буроватые чешуйки, одевавшие конец брюшка самки (ср. со златогузкой).

В таком способе откладки яиц выражается у непарников «забота о потомстве»: одетые тонким шерстным покровом кладки яиц, расположенные на 20—30 см над поверхностью почвы, оставляются на зимовку под защитой снежного покрова. Эти шерстистые подушечки довольно хорошо заметны на коре деревьев, что открывает путь к их уничтожению. Внимательно осматривая основания стволов, находят там кладки яиц непарника и смачивают их керосином или мазутом; эти жидкости через микропиле яиц проникают внутрь и убивают уже сформировавшихся к осени гусеничек, которые подготовились к перезимовке под защитой яйцевой скорлупы.

Такое мероприятие легко организовать в порядке общественно полезной работы школьников, которых для этого нужно вооружить жестянками для керосина и помазками из палочек, обвязанных на конце мягкой тряпицей или комком пакли. К керосину рекомендуется прибавить дегтя или разболтать в нем сажу; это делается для того, чтобы одновременно были отмечены уже обработанные кладки.

Таким химическим способом вредитель может быть уничтожен «на корню» в садах, парках, на бульварах и уличных аллеях; для больших лесных массивов он, конечно, неприменим: там понадобятся уже иные меры борьбы.

Выход гусениц и их полеты. Весной из уцелевших яйцекладок выходят на волю крошечные гусеницы, покрытые очень длинными волосками. Они взбираются по стволу вверх и расползаются по ветвям; часть их останется на том же дереве и будет объедать его листву, а часть будет подхвачена порывами ветра и унесена на большие расстояния, подобно тому как ветер разносит пушистые семена осины и тополя. Русский энтомолог Якобсон, проезжая по совершенно открытой местности,

наблюдал налетавших на него с ветром мохнатых гусеничек непарника, хотя до ближайшего леса было не менее 25 км.

Этим именно способом и происходит расселение непарного шелкопряда (вспомним малоподвижность его самок!).

Развитие гусениц и их окукливание. На ветвях деревьев гусеницы начинают объедать листву и в годы массовых размножений совершенно оголяют ветви. В таких случаях к осени на деревьях распускаются почки и появляются новые листья. Повреждение листвы в лесах снижает прирост древесины, но не влечет за собой гибели деревьев; более опасен непарник для плодовых садов, так как ослабленные деревья не дают урожая.

Подросшие гусеницы остаются волосатыми, но теперь шерстистый покров приобретает для них уже защитное значение в сочетании с предостерегающей окраской: вдоль спины у них на общем буроватом фоне проходят двумя рядами яркие волосатые бородавки — на первых пяти члениках они синие, а на остальных — красноватые. Однако эти защитные приспособления имеют лишь относительное значение: кукушки и иволги поедают волосатых гусениц, расклеивают их и некоторые мелкие птички, добывая их мягкие внутренности, а кроме того, за счет гусениц непарника развивается более четырех десятков видов наездников.

Окукливаются гусеницы между ветвей в очень жиденьких паутинообразных коконах, в которых куколки видны даже снаружи. Недели через две из куколок выходят бабочки.

«Волны жизни». У непарного шелкопряда очень ярко выражено явление, получившее название «волн жизни», когда за приливной волной, выражающейся в массовом появлении данного вида, следует крутой спад, или «отлив жизненной волны» в виде резкого уменьшения его численности. Появившись в какой-нибудь местности в огромных количествах, непарный шелкопряд удерживается там в течение двух или трех лет, а затем встречается только единичными экземплярами или совсем не попадает на глаза даже натуралистам, собирающим коллекции насекомых.

Причины подобных «отливов» довольно сложны и заслуживают тщательного изучения. Одной из них может быть перенаселение, создающееся в годы массовых появлений вредителя: объем догола листву деревьев, гусеницы начинают голодать и после окукливания дают мелких бесплодных бабочек. Но главной и мощной силой, сдерживающей размножение непарника, является деятельность некоторых насекомых-птиц, хищных жуков и особенно многочисленных наездников, пристраивающих и в гусениц и в яйца шелкопряда свое паразитирующее потомство (вспомним боярышницу и ее истребителя наездника-апантелеса).

Результаты применения аэрохимического метода борьбы с непарником. За последнее время получили широкое распространение новые и очень эффективные синтетические инсектициды — ДДТ и гексахлоран, в которых многие увидели универсальное средство для борьбы с насекомыми-вредителями. И когда в 50-х годах в ряде областей нашей Родины появился в массовых количествах непарный шелкопряд, для его уничтожения были снаряжены целые эскадрильи самолетов, производивших опыливание этими инсектицидами обширных лесных площадей. Однако это мероприятие в конечном счете привело к отрицательным результатам, так как при его проведении не были учтены те сложные взаимоотношения, которыми связаны между собой живые организмы в лесных биоценозах: кроме гусениц непарника, подвергались уничтожению и полезные для нас насекомые, в том числе и те, которые в естественных условиях сдерживают размножение насекомых-вредителей (подробнее об этом см. далее, стр. 229).

И если в борьбе с непарником аэрохимический метод себя не оправдал, а в масштабах лесного хозяйства физически невозможно обойти все стволы и смазать яйцекладки керосином, то, очевидно, центр тяжести должен быть перенесен на разработку и применение биологического метода борьбы с вредителями (покровительство их естественным врагам, привлечение их на охраняемые площади, ввоз их со стороны или искусственное разведение).

Кольчатый шелкопряд

Гусеницы. Весной на плодовых деревьях (и на некоторых других лиственных породах) нередко можно найти целые

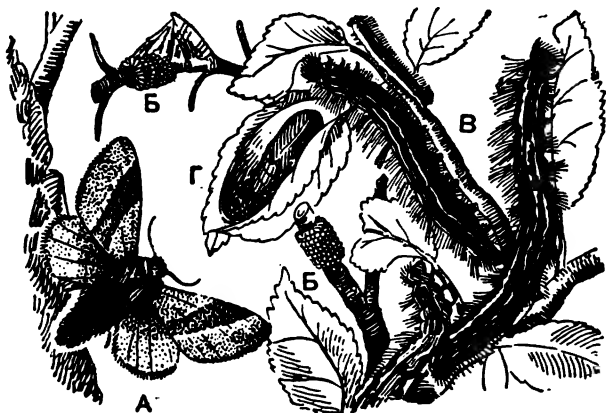


Рис. 206. Кольчатый шелкопряд (самка):

А — бабочка; Б — кладка яиц; В — гусеницы;
Г — кокон.

семьи гусениц, окутавшихся общим покровом из довольно плотной шелковистой паутины, которая защищает их и от непогоды и от преследователей. Более взрослые гусеницы начинают жить открыто. Тело их покрыто волосками и имеет очень пеструю расцветку, состоящую из серовато-голубых, черных, оранжевых и белых продольных полосок (предостерегающая окраска).

Куколки и бабочки. В начале лета гусеницы окукливаются в шелковистых желтоватого цвета коконах и недели через две дают бабочек (рис 206). Бабочки эти желтого или буроватого цвета с поперечной полоской на крыльях, летают ночью. Более мелкие и стройные бабочки с перистыми усиками — это самцы, а более крупные и толстые — это самки (пример полового диморфизма).

Яркий пример подобного же полового диморфизма мы видели при разборе особенностей шелкопряда-непарника, и перед нами встает вопрос о его происхождении и биологическом значении.

У взрослых бабочек всех видов шелкопрядов ротовые части недоразвиты, и по-

этому бабочки-шелкопряды не могут питаться и живут за счет веществ, усвоенных организмом еще в стадии гусеницы (поэтому шелкопряды и никогда не летают по цветкам). В связи с этим во

взрослом состоянии шелкопряды живут очень недолго и, следовательно, должны в короткий срок произвести потомство. Поэтому самки выходят из куколок с уже вполне развитыми яичниками, вполне готовые к спариванию и откладке нескольких сотен яиц. Но толстое брюшко, раздутое зрелыми яйцами, делает полет самки тяжелым и неуклюжим. Поэтому для выведения потомства необходимо, чтобы самец был более подвижным и мог отыскать среди ветвей мало-



Рис. 207.

Кладка яичек
кольчатого
шелкопряда.

подвижную самку. А так как шелкопряды летают ночью, когда зрение не может оказать помощь самцам в поисках самок, то у самцов должно было особенно сильно развиться чувство обоняния. В связи с этим усики у самцов получили сложную перистую форму, при которой их обонятельная поверхность оказалась сильно увеличенной.

Таким образом, на примере шелкопрядов перед нами особенно ясно раскрывается взаимная зависимость, которой связаны между собой отдельные особенности строения различных органов, их направления и весь уклад жизни целого организма.

Яйца. Оплодотворенные самки откладывают свои яички на тонких ветвях деревьев, плотно приклеивая их вокруг ветки по правильной винтовой линии (рис. 207). Таким образом, отложенные яички облегают ветку в виде широкого кольца, почему эта бабочка и получила название *кольчатого шелкопряда* или *колечника*. Яички перезимовывают на ветвях, и весной из них вылупляются гусеницы.

Борьба с колечником. Как и в деле борьбы с яблоневым долгоносиком, садовод может использовать для уничтожения

«Земляные блошки»

кольчатого шелкопряда как раз те особенности этого насекомого, которые в обычных условиях жизни имеют для него значение защитных приспособлений. Проще всего уничтожать молодых гусениц, пока они сидят всем выводком под защитой общего паутинного гнезда, хорошо заметного на развилках ветвей. Их легко в это время снять палкой, поворачивая ее в гнезде и накручивая на нее паутину вместе с гусеницами. Крупных гусениц, открыто располагающихся на стволе и пестрой расцветкой «предупреждающих» о своей несъедобности, легко снимать прямо руками, а затем топить их в ведре или затапывать в земле. И, конечно, поздней осенью или ранней весной следует уничтожать замеченные на ветках кладки яиц колечника.

Яблоневая плодожорка

Всем известные «червяки», попадающие в мякоти яблок, — это гусеницы маленькой *бабочки-плодожорки*. Осенью они выползают из упавших на землю яблок, зимуют в трещинах коры, весной окукливаются и летом дают маленьких серых бабочек с золотистыми блестками по краю крыльев (нередко также бабочки выводятся в кладовых, где хранились яблоки).

Для борьбы с плодожоркой следует убирать из сада упавшие на землю поврежденные яблоки («падалицу»), пока из них не успели расползтись гусеницы, а затем обмазывать стволы яблонь глиной и известью, чтобы не предоставлять этим гусеницам удобных зимних квартир.

ВРЕДИТЕЛИ ОГОРОДА

Из огородных растений от вредных насекомых больше всего страдают овощные растения из семейства крестоцветных — капуста, брюква, репа, редис, редька. Вредители нападают на эти растения, как только весной появляются их первые всходы, а затем, сменяя друг друга, держатся на них до осени, пока овощи остаются на корню.

Весной капустная рассада и особенно ранние всходы репы, турнепса и редиса сильно повреждаются мелкими прыгающими жучками, известными под именем «земляных блошек» (рис. 208). Слабые молодые растения оказываются ничем не защищенными против этих вредителей, которые перезимовывают на различных



Рис. 208. «Земляные блошки» на всходах репы.

сорняках, принадлежащих к тому же семейству крестоцветных (на сурепке, ярутке, дикой редьке), а затем перекачывают и на огородные гряды.

В дальнейшем деятельность «блошек» проявляется в том, что они прогрызают на листьях множество мелких круглых дырочек (рис. 209). Но в это время уцелевшие и подросшие растения становятся уже более сильными и крепкими, и повреждения, причиняемые «блошками», менее

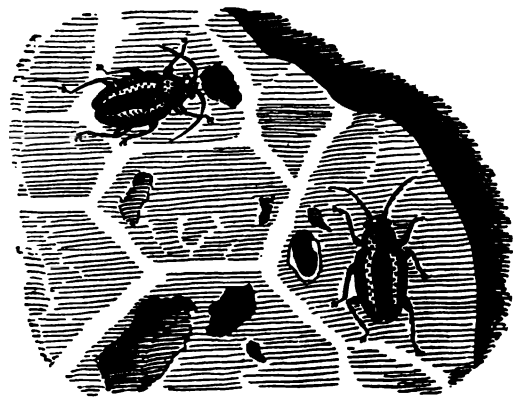


Рис. 209. «Земляные блошки» на поврежденном листе.

опасны для их существования. На эти же растения жучки откладывают и свои яички, а личинки питаются мякотью листьев и прогрызают в них внутренние ходы. В июле появляется новое поколение жучков; летом они не приносят особенно заметного вреда, но после перезимовки становятся угрозой для всходов овощей будущего года.

Меры борьбы. Весной перезимовавшие жучки не смогли бы просуществовать на огороде до появления всходов, если бы здесь же поблизости не росли сурепка, ярутка и другие сорняки из крестоцветных, которые, таким образом, оказываются «укрывателями» вредителей. Следовательно, одной из главных мер борьбы должно быть уничтожение сорняков на огороде и вокруг него.

При приближении опасности «блшки» прыгают. Следовательно, их можно вылавливать с сорняков и с грядок при помощи сачка или посредством особого маленького флажка, смоченного липким дегтем, размахивая этим орудием над поверхностью земли.

Деятельность жучков проявляется главным образом в теплые, солнечные дни; в пасмурную погоду всходы гораздо меньше подвергаются нападению этого вредителя. Следовательно, притенение всходов ветвями ослабляет деятельность вредителей и дает растеньицам время несколько подрасти и окрепнуть.

«Блшки» предпочитают нежную, свежую зелень. Поэтому посыпка всходов табачной пылью, золой и даже мелкой дорожной пылью может заставить жучков покинуть гряды в поисках свежих, незасоренных листьев.

Для истребления «земляных блшек» в настоящее время успешно применяется опыливание ДДТ и гексахлораном.

Огородные белянки

На цветниках, огородах, а также на пустырях и в оврагах, где в конце лета еще сохранились какие-нибудь цветы, мы в теплый, солнечный день увидим порхающих белых бабочек (рис. 210).

По широким крыльям, тонкому и стройному телу и по булавовидным усикам мы

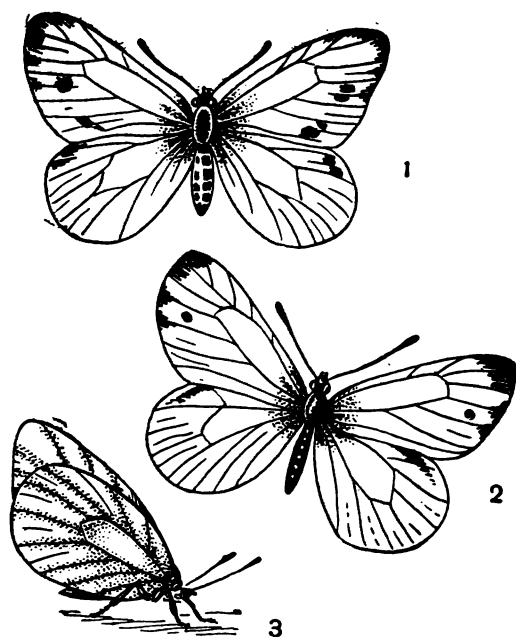


Рис. 210. Белянка-брюквенница:

1 — самка; 2 — самец; 3 — бабочка в позе покоя.

узнаем в них представителей группы дневных, или булавоусых, бабочек (куда относится и рассмотренная в числе вредителей сада боярышница). Характерна для дневных бабочек также свойственная им «поза покоя», которую они принимают, усаживаясь на отдых, а также вечером или при наступлении ненастья: в этом положении они приподнимают крылья вертикально над спиной, так что наружу, «к зрителю», бывает обращена в это время только нижняя сторона крыльев.

Окраска белянок и ее значение. У большинства дневных бабочек, в том числе и у наших огородных белянок, когда они принимают «позу покоя», сложенные передние крылья бывают почти целиком прикрыты задними, так что из-под задних крыльев выставляется только заостренная вершина крыльев первой пары. При таком положении вся видимая поверхность нижней стороны, то есть обратная сторона задних крыльев вместе с вершиной передних, окажется у наших огородных белянок окрашенной одним сплошным желтоватым или зеленовато-желтым тоном, который довольно хорошо скрывает сидящую бабочку среди зелени травы, обыкновенно пестреющей желтыми или желтоватыми цветами. Окраска «спальной

одежды» у этих бабочек оказывается покровительственной, гармонирующей с тем именно фоном, где эти луговые бабочки укрываются на ночь или в ненастную погоду¹.

Вся же остальная поверхность крыльев, которая у усевшейся бабочки оказывается спрятанной, имеет в основном белую окраску. Белый цвет делает порхающую бабочку заметной уже издали; благодаря этому бабочки, разлетающиеся в поисках пищи на далекое пространство, могут видеть и находить друг друга, когда это будет им необходимо (самцы и самки должны встретиться для целей размножения). Но этот же белый цвет делает бабочку заметной и для врагов (например, для птиц); в этом случае бабочку должен спасти от опасности ее полет. Летает бабочка-белянка не особенно быстро, но при полете бросается из стороны в сторону («порхает»), и поймать ее оказывается не так легко.

Видовые и половые различия у белянок. Если бабочки-белянки собраны у нас в достаточном количестве, то, сравнивая их между собой, мы сможем различить три отдельных вида из рода *белянок* (*Pieris*) — *капустницу*, *репницу* и *брюквенницу*, которые широко распространены по всему СССР и почти везде одинаково обыкновенны². Определить каждый из этих видов можно по следующей табличке.

1. Бабочки крупные — около 50—60 мм в размахе крыльев. Вершины передних крыльев черные (а не серые). Снизу задние крылья желтые, с мелкой темной пыльной, не образующей какого-либо определенного рисунка

. *Капустница* (*P. brassicae*).

0. Бабочки меньших размеров — около 35—45 мм в размахе крыльев, рисунок на верхней стороне сероватого оттенка 2

¹ У боярышниц (стр. 201) нижняя сторона крыльев не носит подобной покровительственной окраски; иная у них и манера усаживаться на ночевку: они нередко собираются вместе целыми десятками и держатся открыто. Сочетание белого фона с черными жилками и черной окраской тела (как и пестрая расцветка их куколок) как бы «предупреждает» насекомых птиц о несъедобности этих бабочек.

² В Сибири капустница встречается только в юго-западных областях.

2. Нижняя сторона задних крыльев желтоватая с темным рисунком, обрисовывающим их жилки. На верхней стороне крыльев кончики жилок сероватые *Брюквенница* (*P. napi*).

0. Нижняя сторона задних крыльев желтоватая без рисунка вдоль жилок. На верхней стороне жилки также не выделяются по цвету из общего белого фона крыла *Репница* (*P. rapae*).

Однако между собранными бабочками-белянками мы обнаружим и другие различия. У одних на верхней стороне передних крыльев окажется по два черных или темно-серых пятна — этот признак отличает здесь самок. Если же на передних крыльях имеется только по одному темному пятнышку или (как у капустницы) таких пятнышек не окажется вовсе, то по этому признаку мы узнаем самцов. Перед нами пример полового диморфизма, хотя далеко не такой яркий, как у бабочек-шелкопрядов, и не играющий какой-либо роли в их жизни.

Запах самцов. На наших огородных белянках мы можем убедиться еще и в том, что различия между близкими видами не ограничиваются только морфологическими и цветовыми признаками: их разделенному существованию в природе и сохранению их видовой жизни в процессе размножения способствует еще и их психофизиологическая изоляция.

Чтобы ознакомиться с этим явлением, весной или летом возьмите только что пойманного самца брюквенницы и проведите пальцем по верхней стороне его крыльев — вы почувствуете довольно сильный и приятный запах лимона. Крылья самца репницы при таких же условиях будут издавать уже другой запах, напоминающий аромат резеды, а у самца капустницы иногда удастся уловить слабый запах герани.

Чтобы найти источник этих запахов, рассмотрим в сильную лупу поверхность переднего крыла самца белянки и сравним ее с соответствующими участками на крыле самки. Мы увидим, что у самца она бархатистая, тогда как у самки крыловые чешуйки образуют гладкую поверхность. Если соскоблить несколько чешуек с крыла самца и рассмотреть их под микроско-

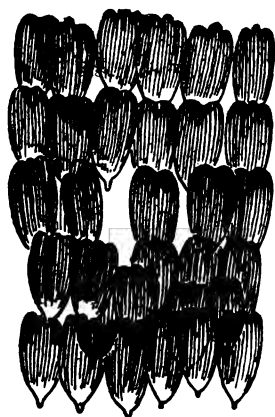


Рис. 211. Чешуйки на крыле бабочки.

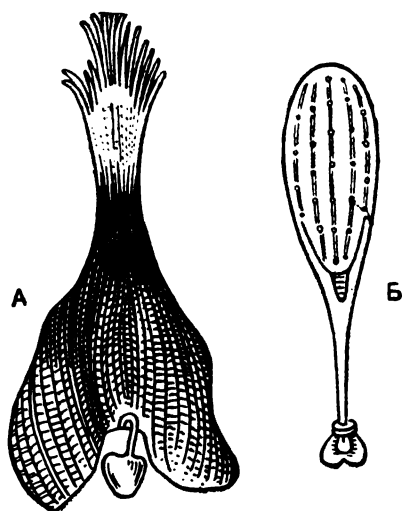


Рис. 212. Пахучие чешуйки бабочек: белянки (А) и голубянки (Б).

пом, то можно увидеть среди них чешуйки особой формы — те пахучие чешуйки, которые источают характерный для данного вида аромат (рис. 211, 212).

Таким образом, при сближении полов у дневных бабочек первым сигналом является зрительный образ: бабочка уже на расстоянии замечает другую белую бабочку, выделяющуюся в виде яркого движущегося пятна, а затем обе бабочки приближаются друг к другу и некоторое время кружатся в воздухе вместе. Очевидно, теперь — на близком расстоянии — вступает в действие уже чувство обоняния: свойственный самцам каждого отдельного вида специфический запах, во-первых, позволяет отличить самца от самки и особей своего вида от чужих и, во-вторых, вероятно, служит средством «очаровывания», действующим только на самку своего вида и побуждающим ее к спариванию¹.

Все эти явления легко можно наблюдать на экскурсиях.

Развитие капустницы. Во второй половине июля капустницы чаще всего попадают нам в огороде, где растет капуста. Там мы можем проследить, как самка скрывается куда-то среди гряд и потом выпархивает из-под капустных листьев. Осматривая растения, на которых побывали бабочки, мы найдем на нижней

поверхности листа кучку маленьких золотисто-желтых яичек, отложенных самкой. Дней через 10 из яичек выходят крошечные гусенички (см. рис. 195) и прежде всего съедают скорлупку своего яичка, затем они принимаются за мякоть листа и, вырастая, причиняют значительный вред капусте («капустный червь»). Кроме капусты, пищей для этих гусениц служат листья других крестоцветных растений: репы, брюквы, сурепки; попадают они также на садовой настурции. Если вместо крестоцветных или настурции мы будем давать

им листья крапивы, свеклы, тополя или какого-нибудь другого растения, то гусеницы не станут их есть и погибнут от голода. Значит, в том, что капустница откладывает яйца только на определенные виды растений и помещает их на нижней стороне листа (где они защищены от солнца и скрыты от врагов), проявляется у нее инстинкт заботы о потомстве; в дальнейшем родительском уходе гусеницы не нуждаются и ведут совершенно самостоятельную жизнь.

Окраска гусениц капустницы синева-зеленая, с тремя желтыми продольными полосками (по спине и по бокам) и множеством черных точек. Такая расцветка плохо скрывает гусениц, сидящих на бледно-зеленом листе, однако птицы берут их неохотно и обыкновенно бросают не съедая. Следовательно, пестрая расцветка гусениц капустницы — это один из примеров распространенной среди насекомых предостерегающей окраски.

Гусеница и сама защищается, когда ее беспокоят: она повертывает голову к своему врагу и выделяет изо рта едкую жидкость. Известны случаи, когда приходилось отправлять в больницу рабочих, очивших на огороде капусту от гусениц: у них распухали и сильно чесались руки, а кожа на них краснела и воспалялась.

Особенности гусениц репницы. Гусеницы репницы живут на тех же растениях и ведут такой же образ жизни, как и гусеницы капустницы, но внешний вид у них другой: они матово-зеленого цвета, и

¹ Вспомним, что и не уловимые для нас запахи самок шелкопрядов также специфичны и привлекают самцов только того же самого вида.

поэтому их трудно заметить на зеленом листе (покровительственная окраска).

Покровительственная окраска служит защитным приспособлением для «съедобных» насекомых, подвергающихся нападению со стороны птиц. Значение такой покровительственной окраски для гусениц репницы было хорошо показано московским зоологом М. М. Беляевым при помощи очень несложного опыта, который легко может быть повторен каждым желающим. В саду, поблизости от гнезда горихвостки, на посеревшей от времени некрашеной доске, покрывавшей верхушку заборного столбика, были приколоты булавками в смешанном, «шахматном» порядке живые гусеницы капустниц и репниц. На фоне потемневшей доски были одинаково хорошо видны и пестрые гусеницы капустниц и зеленые гусеницы репниц. Птицы скоро заметили предложенное им «угощение» и склевали всех зеленых гусениц, тогда как пестрые гусеницы остались нетронутыми: они так и засохли на своих булавках.

С различием в характере защитных окрасок гусениц связано и еще одно биологическое различие между капустницей и репницей. Капустница, у которой гусеницы хорошо заметны, но зато несъедобны, откладывает на один лист сразу целую кучу яичек, а репница, у которой гусеница спасается от врагов благодаря своей зеленой покровительственной окраске, откладывает свои яички по одному. Легко понять, что если бы зеленые гусеницы репницы, трудно различимые на листьях, когда они сидят поодиночке, сидели бы на своем кормовом растении кучами по 30—50 штук, то они были бы легко обнаружены своими врагами и истреблены одна за другой. Для капустницы же, как и для других «несъедобных» насекомых с предостерегающей окраской (вспомним гусениц боярышницы, златогузки, кольчатого шелкопряда), такая скученность оказывается выгодной, так как она создает своего рода «взаимное страхование» одинаково окрашенных гусениц (преследователь, неудачно отведавший одну из них, уже не будет трогать таких же соседей и лучше запомнит их внешность на будущее).

Наездники — защитники огорода. Но у гусениц капустницы есть враги и более опасные, чем птицы или лягушки. Выращивая капустниц, мы нередко можем наблюдать, что некоторые из выросших гусениц становятся вялыми и неподвижными, а затем из их тела, пробуравливая кожу гусеницы, целой кучей выползают маленькие червеобразные существа и тотчас же начинают плести вокруг себя желтые шелковые коконы. Из этих коконов иногда вскоре, иногда только на следующую весну выводятся маленькие *наездники-мелкобрюхи*, или *апантелесы*, и по внешнему виду и по образу жизни очень похожие на тех, которые уничтожают гусениц боярышницы (см. стр. 202), но принадлежащие уже к другому виду. Самки такого наездника разыскивают самых маленьких гусеничек капустницы и, вонзая в их тело свой острый яйцеклад, откладывают туда порцию микроскопически мелких яичек — штук 15—20 (рис. 213). Из яичек выходят личинки, которые питаются жиром и кровью гусеницы, продолжаящей кормиться и расти, и только для окукливания вылезают наружу; гусеница при этом погибает (рис. 214).

Благодаря наездникам и другим паразитам, которые губят гусениц, сдерживается слишком сильное размножение вредителей, опустошающих наши сады и огороды и вообще всякую растительность. Массовое появление капустниц создает благоприятные условия для развития их паразитов: наездники-апантелесы легко находят гусениц для откладки своих яиц и число наездников быстро увеличивается. Каждая вновь появившаяся самка, откладывая яйца, губит около сотни гусениц, и количество белянок начинает идти на убыль. Но убыль белянок создает препятствие для размножения наездников (на гусеницах других семейств этот вид апантелеса не паразитирует); значит, количество врагов у капустницы уменьшается и капуст-

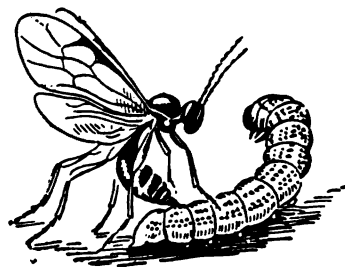


Рис. 213. Наездник мелкобрюх, откладывающий яички в тело молодой гусенички.

нида снова становится многочисленной. Вслед за этим идет новое увеличение числа наездников и других паразитов и т. д. и т. д. Препятствуя слишком сильному размножению вредителей, различные виды наездников оказываются надежными союзниками земледельца, огородника, садовода и лесовода.

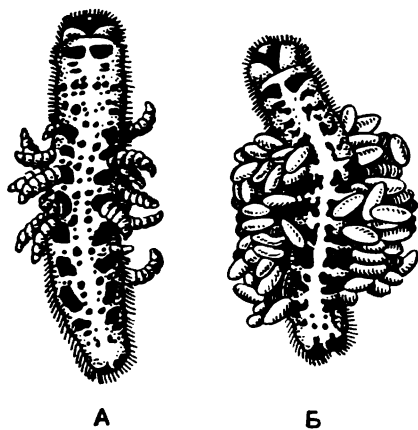


Рис. 214. Личинки (А) и коконы (Б) наездников-мелкобрюхов на погибших гусеницах капустницы.

Поместите погибшую гусеницу, облепленную желтыми коконами, в скляночку, заткнутую комочком ваты или завязанную марлей, и наблюдайте за появлением наездников; рассмотрите в лупу этих насекомых.

Куколка капустницы. После того как гусеница капустницы совершит три линьки и достигнет величины 3—4 см, она покидает свое растение, ползет на соседний забор, стену или ствол дерева и там готовится к окукливанию. Самый процесс превращения в куколку совершается совершенно так же, как и у боярышницы (см. стр. 200), и его легко можно проследить в садке.

В отличие от боярышницы, капустница, репница и брюквенница переживают зиму в стадии куколки. Только в конце мая или начале июня будущего года из куколок капустницы выйдет взрослая крылатая бабочка и будет жить еще около двух или трех недель.

Но вы можете ускорить развитие куколок, сократив для них зиму; оставьте с осени садок с куколками в хо-

лодном месте (где-нибудь в сенах, в сарае), но после первых морозов перенесите его в теплую комнату; примерно через месяц — в январе — у вас начнут выводиться бабочки¹.

Появившиеся весной или в начале лета бабочки откладывают свои яйца на различные дикорастущие крестоцветные растения: сурепку, свербигу и желтушник (в огородах в это время еще нет соответствующих кормовых растений). Ко второй половине июля появляются бабочки второго поколения, развивающиеся, следовательно, без перезимовки. Ко времени их вылета луга оказываются уже скошенными, а на огородах пышно зеленеют наши овощные растения из семейства крестоцветных. Поэтому бабочки летнего поколения держатся уже ближе к человеческому жилью и откладывают свои яйца на листья капусты, брюквы и других культурных крестоцветных. Таким образом, обычно в условиях средней полосы нашей страны сменяются за год два поколения белянок; прямой вред огородам причиняют гусеницы, выходящие из яичек, отложенных бабочками второго — летнего поколения.

Весной репницы и брюквенницы выходят из перезимовавших куколок приблизительно дней на 10—12 раньше капустниц. Следовательно, капустница требует больше тепла для своего развития, что видно и по ее географическому распространению, капустница становится редкой в заволжских областях и отсутствует в Сибири, где климат более континентальный, чем на западе, и зимы более суровые. При взгляде на климатическую карту видно, что полосе, где капустница становится редкой, соответствует январская изотерма -14° ; очевидно, что при более низких температурах наших восточных областей зимующие куколки уже погибают. Репница и брюквенница оказываются менее требовательными к теплу и распространены гораздо шире.

Сезонный диморфизм. Если сравнить между собой две серии бабочек-брюквен-

¹ Аналогичным способом можно получить к тому же сроку цветущую ветку черемухи и, посадив на нее бабочек, получить зимой живую картину весенней природы.

ниц — бабочек первого поколения, собранных в мае, и летних бабочек, летавших в июле-августе, то между теми и другими обнаружатся постоянные различия. Весенние брюквенницы сравнительно мелкие, рисунок на верхней стороне их крыльев расплывчатый и светло-серый, а на нижней стороне задних крыльев очень четко выступает темное опыление, как будто кто-то обвел все жилки карандашом. Летние брюквенницы (летняя морфа этого вида) в среднем несколько крупнее, крылья у них более широкие, а темный рисунок на них не расплывчатый и почти черного цвета; темное опыление вдоль жилок на исподе задних крыльев у них, наоборот, выражено слабее и обыкновенно не доходит до края крыла (рис. 210).

Естественно было заключить, что такой сезонный диморфизм зависит от различия условий, в которых развивалось то и другое поколение: весенние бабочки выходят из куколок, зимующих на открытом воздухе, тогда как летняя морфа брюквенниц проходит все свое развитие в условиях летней температуры. Это предположение еще в 70-х годах прошлого столетия было проверено экспериментально: оказалось, что если куколок летнего поколения в течение 3—4 недель выдерживать при температуре близкой к 0° (в погребе или холодильнике), то из них выйдут бабочки с признаками весеннего поколения.

Аналогичные сезонные различия между бабочками первого и второго поколения, хотя и слабее выраженные, можно наблюдать и у других наших белянок.

Позднее явления сезонного диморфизма, обнаруживающие изменчивость признаков бабочек под влиянием изменения внешних условий их развития, дали толчок экспериментальному изучению изменчивости и искусственному получению «холодовых» и «тепловых» морф, либо совсем не встречающихся в природных условиях, либо сходных с разновидностями, летающими в областях с иным климатом (см. далее, стр. 281—283; цветн. табл. IV).

Меры борьбы с капустницей. Скудность гусениц капустницы и их заметная предостерегающая окраска облегчают нахождение этих вредителей с целью их

уничтожения. Еще рациональнее уничтожать вредителей, пока они еще не нанесли ущерба растениям, и раз мы знаем, что в июле и августе самки капустницы откладывают целыми кучками яички на нижней стороне листьев капусты, мы должны ежедневно осматривать эти листья и уничтожать кладки яичек, хорошо заметные своей золотисто-желтой окраской.

Следует уничтожать и подготовившихся к зимовке куколок, хорошо заметных на стенах и заборах. (Попадающиеся при этом желтые кокончики наездников-апантелесов уничтожать, конечно, не следует!)

Такие меры легко провести на небольших огородных делянках. Но в крупных овощных хозяйствах приходится применять уже химические методы борьбы: опрыскивание листьев капусты жидкостями, ядовитыми для гусениц, но не вредными самому растению — парижской зеленью, хлористым барием и др. Очень хорошие результаты дает опыливание гусениц ДДТ, особенно в их раннем возрасте. На худой конец, при отсутствии ядов для уничтожения гусениц их поливают водой, нагретой до 65—70°C: при такой температуре гусеницы гибнут, но листья не повреждаются.

Капустная совка

На капустных кочках, под прижатыми листьями, можно обнаружить зеленовато-бурую голую гусеницу. Прогрызая листья и вводясь внутрь кочна, гусеница загрязняет и этим еще больше портит кочан. К осени гусеница уходит окукливаться в землю и на следующее лето дает буровато-серую ночную бабочку — *капустную совку*.

Кроме капусты, гусеницы капустной совки встречаются также на других крестоцветных, на салате, свекле, горохе.

Для защиты капусты от этого вредителя применяются те же меры, что и для защиты от капустной белянки: летом осматривают листья капусты и уничтожают на них кладки яичек той и другой бабочки (у совки они серые), а позднее

снимают и уничтожают замеченных гусениц. Гексахлоран и ДДТ эффективны только в тот период, пока молодые гусеницы еще не внедрились в глубь кочна.

Поместите гусениц капустной совки в садок, выкармливайте листьями капусты и других крестоцветных. На дно садка поместите слой рыхлой земли, смешанной с растительной трухой или опилками: такой грунт необходим для воспитания тех видов, которые окукливаются в земле. Продержите садок в неотапливаемом помещении до начала зимы и после первых морозов внесите в комнату; время от времени опрыскивайте землю с куколками водой. К новому году можно ожидать ускоренного появления бабочек. К тому же времени можно вывести и капустниц и тогда провести сравнение между этими двумя формами — дневной бабочкой и ночницей, или совкой («поза покоя» у той и другой и связанное с ней неодинаковое размещение защитных окрасок, форма усиков).

Медведка

В огородах, расположенных по низменным местам, в речных долинах довольно опасным вредителем может оказаться *медведка*. Это очень своеобразное по внешнему виду насекомое из отряда прямокрылых — отдаленный родич сверчков и кузнечиков (рис. 215).



Рис. 215. Медведка (в норке под землей кладка ее яиц).

Местами медведку неправильно называют «земляным раком» или даже «земляной вошью». В действительности ее скорее можно было бы назвать членистоногим или крылатым кротом, так как и у медведки и у настоящего крота в процессе эволюции выработались сходные приспособления к подземному, роющему образу жизни; мы имеем здесь интересный пример конвергентного сходства между животными, относящимися к двум далеким между собой типам животного мира (рис. 216).

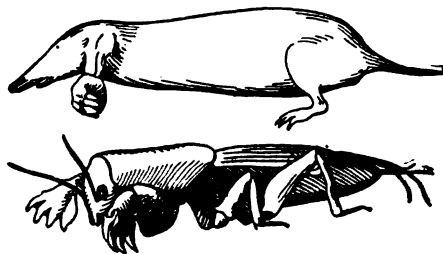


Рис. 216. Сравнение медведки с кротом.

Строение тела. Тело медведки, как и тело крота, имеет вальковатую форму и несет сравнительно короткие конечности, хорошо приспособленные к передвижению в подземных ходах (ср. с длинными прыгающими ногами кузнечика). Поверхность хитинового покрова покрыта очень коротким шелковистым пушком, который, подобно шелковистой шкурке крота, препятствует прилипанию к телу частиц влажной почвы, в которой обитает медведка.

Особенно своеобразное строение имеют у медведки ноги передней пары, обратившиеся (как и передние ноги крота) в очень совершенное копательное орудие (рис. 217). Однако при всей необычности их формы мы можем различить на них те же самые части, что и на типичных бегательных ногах таракана. Мы увидим, что широкая, оканчивающаяся несколькими зубцами «ладонь» медведки, напоминающая и по форме и по функциям копательную ладонь крота, в действительности представляет собой сильно расширенную и укороченную голень, а сочлененные с ней отростки, напоминающие пальцы (не смешивайте их с неподвижными зубца-

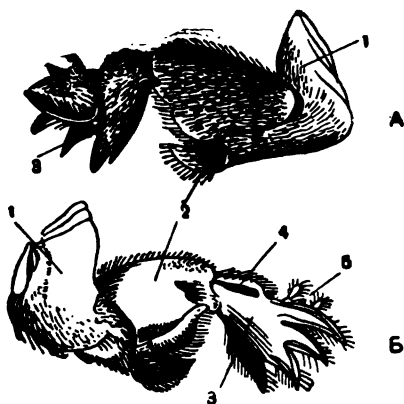


Рис. 217. Роющая передняя нога медведки с наружной (А) и внутренней (Б) стороны:

1 — вертлуг; 2 — бедро; 3 — голень; 4 — слуховая щель; 5 — лапка.

ми!), — это членики лапки (вспомните различие между терминами «лапка» и «нога»). Как и у всех прямокрылых, ротовой аппарат у медведки грызущего типа: своими сильными жвалами и нижними челюстями она подгрызает корни растений, чем и наносит вред огороду.

У взрослых медведок мы найдем две пары крыльев; как это ни странно на первый взгляд, медведки могут летать, хотя полет у них очень тяжелый и прибегают к нему обыкновенно только самцы, отыскивая самок. Передняя пара крыльев превращена в укороченные надкрылья, из-под которых в виде двух длинных жгутов тянутся крылья второй пары, сложенные продольными складками (приспособление к передвижению под землей). Если же эти складки расправить, крылья второй пары окажутся длинными и широкими, своей формой и строением напоминающими крылья саранчи или кузнечика.

Размножение. У самца надкрылья служат также «музыкальным инструментом», которым он издает тихие чирикающие звуки. Как и у его родичей — сверчков и кузнечиков, звук вызывается трением одного переднего крыла о другое. После спаривания самка устраивает подземную камеру, в которую откладывает 200—500 яиц и затем остается там, охраняя свое потомство.

Превращение у медведки, как и у всех прямокрылых, неполное. Личинки пере-

зимовывают и заканчивают свое развитие только в начале следующего лета.

Меры борьбы. Для истребления медведок устраивают ловушки, вкапывая в землю горшки или открытые жестянки, из которых упавшие внутрь медведки не могут выбраться. Пользуясь тем, что медведки охотно забираются на зимовку в перепревший навоз, устраивают им соответствующее зимнее убежище в виде наполненных конским навозом ям, с тем чтобы ранней весной извлечь оттуда и уничтожить набравшихся в эти ловушки медведок. Наиболее действенным способом химической борьбы с медведкой является заделка в почву отравленных приманок из распаренных зерен кукурузы или других мучнистых веществ с примесью гексахлорана.

Наблюдения над медведкой. Найдя медведку, следует взять ее в живом виде для наблюдений, поместив в высокую стеклянную банку с рыхлой огородной землей, куда полезно положить дерновину подстриженной травы (по высоким стеблям и листьям медведка может уползти из банки). Землю нужно держать в полусыром состоянии; подкармливать медведку можно засунутыми в землю кусочками хлебного мякиша.

Наблюдая за движениями медведки, можно видеть, что она способна быстро зарываться в землю и довольно проворно бегать по поверхности; если навстречу ей двигать палочку, медведка быстро пятится назад, избегая опасного столкновения с возможным врагом.

Взяв живую медведку двумя пальцами за ее переднегрудь, мы сразу почувствуем ее большую мускульную силу, о которой свидетельствует и значительная толщина ее ног, особенно передних и задних (вспомним мускулистость клешни рака). Защищаясь, медведка пытается кусать, и в это время мы можем хорошо рассмотреть ее ротовые части в действии. Неосторожно взятая медведка может довольно чувствительно ущипнуть своими жвалами за палец, однако довольно распространенное мнение о ядовитости ее укусов совершенно неосновательно.

Сравнение медведки с прыгающими прямокрылыми. При всем своем своеобразии

медведка по целому ряду существенных признаков строения обнаруживает сходство со сверчками и кузнечиками. Сходство это мы обнаружим в общем расчленении тела, в строении головы с ее ротовыми придатками, в строении брюшка,



Рис. 218. Капустная тля:

1 — колония тлей на сурепке; 2 — бескрылая самка; 3 и 4 — личинки; 5 — крылатая самка (фиг. 2—5 увеличены).

несущего на заднем конце членистые придатки (церки).

Подобно самцам сверчков и кузнечиков, самцы медведки способны производить звуки путем трения одного надкрылья о другое. Сходное расположение имеет у этих насекомых и орган слуха — особенность, присутствующая у стрекоз и прямокрылых. Он помещается у них на голених передних ног, несколько ниже коленного сочленения (легче рассмотреть его на голених кузнечика, у которого слуховой орган заметен в виде двух коротких продольных щелей).

Сходство в наиболее существенных признаках строения говорит о родственной близости кузнечиков, сверчков и медведок. Среди них медведка представляет собой наиболее уклоняющуюся и специализированную форму, у которой многие органы оказались измененными в связи с изменением их функций. Об общей форме тела и о передней паре ножек уже говорилось выше; интересно сравнить также и задние ножки этих насекомых. У большинства прямокрылых они очень длинные, обладают утолщенными, мускулистыми бедрами, и с их помощью насеко-

мые делают сильные прыжки. У медведки, в связи с ее подземным образом жизни и иным характером передвижения, они значительно короче, для прыжков служить не могут, но сохранили свое прежнее положение и свою мускулидность, которая позволяет им с большой силой проталкиваться вперед в подземных ходах, пробиваемых работой также очень сильных копательных ног.

Второе различие между сверчками и кузнечиками, с одной стороны, и медведкой, с другой, заключается в том, что у первых самки обладают яйцекладом, при помощи которого они внедряют в почву свои яйца; самка медведки, которая сама роется в земле и устраивает там свое гнездо, в таком яйцекладе не нуждается.

Капустная тля

Общая картина повреждений. На листьях капусты и на побегах капустных семенников часто приходится видеть густые колонии *капустной тли* (рис. 218). На первый взгляд такая колония похожа на слой золы или пепла (отсюда в некоторых местностях капустную тлю называют «пепельницей»); присмотревшись, можно различить, что она состоит из множества мелких бескрылых насекомых, тело которых покрыто серым восковым налетом, предохраняющим их от дождевой воды или обильной росы (легко убедиться, что воск не смачивается водой и что вода с него скатывается); местами среди бескрылых тлей виднеются и крылатые особи.

Капустные листья, на которых расплодился тли, корятся и бледнеют — кочан портится, а зараженные побеги становятся хилыми и не дают семян.

Жизненный цикл тлей. Изучение жизни тлей открывает своеобразные особенности в их способе размножения и в их взаимоотношениях с окружающей средой.

Весной тли выводятся из перезимовавших яиц, которые еще с осени были от-

ложены крылатыми оплодотворенными самками на остающихся в грунте крестоцветных растениях — на сорняках, вроде сурепки и дикой редьки, на капустных черыгах. Выходящие из яиц молодые самки остаются бескрылыми и яиц не откладывают, а рожают готовых личинок, которые в свою очередь, достигнув зрелости, размножаются таким же способом (превращение у тлей неполное). Малоподвижные бескрылые тли остаются жить там, где они родились, и своими хоботками высасывают соки своего кормового растения; недостатка в пище они в это время не испытывают, и при таких условиях численность колоний, возникших из каких-нибудь 2—4 перезимовавших яиц, быстро увеличивается.

Но самой своеобразной особенностью, способствующей быстрому росту таких колоний, оказывается то, что все поколения тлей, которые развиваются весной и в первую половину лета, оказываются состоящими исключительно из одних только самок и что размножение у них происходит без всякого участия самцов (девственное размножение, или партеногенез; см. стр. 195).

В середине лета среди бескрылых тлей начинают появляться и крылатые самки, которые при помощи ветра могут переселиться на новые, еще не поврежденные крестоцветные растения; таким именно образом попадают они и на подросшую на огородах капусту. Способность производить в это время крылатых самок имеет для тлей очень важное приспособительное значение, так как дальнейшее разрастание колонии на прежнем месте могло бы привести зараженное растение к полному истощению и гибели, а вместе с ним должны были бы голодать и погибнуть и покрывающие его паразиты.

Переселившиеся на капусту крылатые самки дают начало новым поколениям, также образующим вокоре густые колонии; здесь также среди множества бескрылых самок появляются в небольшом числе и крылатые особи, способные переселиться на другие листья или на другие экземпляры растений. И наконец, только уже в самом конце лета (в сентябре) появляются крылатые самцы и крылатые

самки, способные к спариванию; оплодотворенные осенние самки не рожают готовых личинок, а откладывают зимние яйца, которые способны переносить суровые морозы и на следующую весну дадут начало новым колониям бескрылых девственных тлей.

Значение смены поколений. Своеобразный цикл развития у тлей со сменой различных между собой поколений оказывается очень важным приспособлением к изменяющимся по сезонам условиям. Опыты показали, что при искусственном выведении тлей в теплицах в условиях благоприятной температуры и обилия пищи можно в течение нескольких лет получать одних только бескрылых девственных самок. Значит, появление крылатых самок, способных к расселению, связано с недостатком корма — с истощением пострадавших растений или с загущением их побегов, а появление осеннего обоеполого поколения зависит от изменения температурных условий и оказывается очень целесообразным: только оплодотворенные самки откладывают яйца и только в стадии яйца тли могут перенести зиму.

Подобно всем другим «целесообразным» признакам, какие мы встречаем в мире животных и растений, смена поколений, приспособленных к неодинаковым условиям различных сезонов, должна была установиться у тлей в длительном процессе их исторического развития. Она сложилась благодаря изменчивости, свойственной всем организмам, и постоянно идущему в природе естественному отбору, то есть сохранению организмов, наиболее приспособленных, которые и оставляют после себя потомство. При этом необходимо подчеркнуть, что потомству передается здесь не самый признак бескрылости или крылатости, живорождения или откладки яиц, девственного или обычного полового размножения (ведь этими-то признаками и отличаются друг от друга отдельные поколения!), — по наследству передается установившаяся в процессе естественного отбора выгодная способность изменять свои приспособительные признаки применительно к изменяющимся в течение сезона внешним условиям.

Враги тлей. Птицы не трогают капустную тлю: такая добыча для них слишком мелка, а кроме того, птицы вообще избегают насекомых, которые, подобно тлям, покрыты восковым налетом. Однако у тлей имеется значительное количество врагов из класса насекомых: они-то главным образом и ограничивают каждое лето быстрорастущую численность этих вредителей растительности. Среди них чаще всего можно найти и наблюдать божьих коровок и их личинок, а затем личинок цветочных мух-журчалок.

Божьи коровки. *Божьи коровки* — всем известные мелкие жучки округлой формы с яркими надкрыльями, очень медлительные в своих движениях и не стремящиеся улететь, если их обеспокоить (вспомним, как дети, посадив себе на руку божью коровку, долго «уговаривают» ее «полететь на небо»).

Такое поведение божьих коровок объясняется тем, что эти насекомые не имеют надобности скрываться и спасаться бегством: они несъедобны для птиц и в связи с этим обладают яркой, предостерегающей окраской (вспомним волосатых гусениц). Если взять божью коровку пальцами, она выделяет из сочленений своих ножек едкую и пахучую жидкость буроватого цвета (это ее кровь), которая и заставляет птицу, схватившую по неопытности такое насекомое, бросить свою добычу и в дальнейшем уже не трогать таких ярких жучков.

По внешнему виду божьей коровки в ней трудно угадать хищника, и, конечно, такой медлительный жучок не мог бы овладеть каким-либо проворным насекомым. Но дело в том, что добычу божьих коровок составляют бескрылые тли — насекомые, сидящие на листьях почти совершенно неподвижно и образующие здесь густые колонии. В этом отношении тли похожи скорее на растительный объект, и божья коровка, отыскав на растении такую колонию, может спокойно «пасться» на ней, поедая одну тлю за другой. Здесь же самки божьих коровок откладывают и свои яички, из которых выходят личинки, также питающиеся тлями (рис. 219). Подростая личинка представляет собой плоское бескрылое насекомое



Рис. 219. Божьи коровки — истребители тлей. Внизу справа — личинка, над ней справа — две куколки.

сизого цвета с оранжевыми пятнышками (также предостерегающая окраска); здесь же, поблизости от колонии тлей, она прикрепляется для окукливания.

Личинки мух-журчалок. Среди колоний тлей можно найти также безногих личинок зеленовато-желтого или буровато-зеленого цвета, по форме тела напоминающих пиявок (рис. 220). Нагибаясь то в одну, то в другую сторону, они схватывают тлю, высасывают ее, а потом таким же образом принимаются за другую жертву. Подростая личинка здесь же, на листе, и окукливается.

Взрослая муха-журчалка отличается желтыми пятнышками на брюшке и летает по цветам; поэтому и по общему облику и по повадкам такую муху можно принять за осу. Здесь перед нами пример своеобразного защитного приспособления — так называемой подражательной окраски, или мимикрии.

Личинки мухи-журчалки представляют еще более неожиданный пример хищника, лишённого ног, и глаз, и даже ясно выраженной головы. Но этой хищной личинке и не приходится высматривать и преследовать свою добычу, а среди колоний тлей она оказывается потому, что именно сюда откладывают свои яйца самки мух-журчалок («забота о потомстве» такого же



Рис. 220. Муха-журчалка и ее личинка.

типа, как откладка капустницами яиц на листья крестоцветных, крапивницами на крапиву и т. д.).

Может возникнуть еще вопрос: почему же все-таки у личинок журчалок нет ног и нет головы с глазами, которые не были бы лишними и при питании тлями (вспомним хотя бы личинку божьей коровки)? Разгадка здесь в том, что утрата ног и головы — это общий признак для личинок всех видов мух, то есть признак давнего происхождения, связанный с тем, что обыкновенно личинки мух развиваются в навозе, в падали или паразитируют в теле какого-либо «хозяина». Значит, строение личинок мух оказалось упрощенным в связи с тем, что их предки перешли к жизни в полужидкой питательной среде, в которой и ноги и голова с глазами действительно оказались излишними. И хотя у журчалок и некоторых других цветочных мух личинки перешли к иному образу жизни, те части, которые в процессе эволюции были утрачены их предками, уже не могли восстановиться. Таким образом, строение личинки у мух-журчалок можно понять только в связи с историей их происхождения: оно сохраняет следы приспособления не к современным условиям, в которых ей приходится жить, а к тем условиям, в которых жили личинки предков наших современных журчалок.

Борьба с капустной тлей. Мы уже знаем, что капустная тля перезимовывает в виде яиц на оставшихся на грядах коcherыгах (стеблях) капусты и на сорных растениях из семейства крестоцветных и

что первые поколения тлей развиваются на этих сорняках, а уже с них тля летом переселяется и на капусту. Отсюда в борьбе с тлей особенно важное значение имеют предупредительные меры — уничтожение на огородах сорняков, кочерыжек и оборванных капустных листьев, которые могут быть «укрывателями» тлей. Наиболее простая истребительная мера — обтирание покрытых тлей листьев и побегов тряпкой, смоченной в керосине. На больших огородах применяется опыливание их мыльной водой (200—300 г мыла варят в 10 л воды). И керосин и мыло служат здесь ядами наружного действия, убивая тлей через их наружные покровы (напротив, опрыскивание листьев ядовитыми веществами внутреннего действия, применяемыми для истребления вредных гусениц, было бы совершенно бесполезным в борьбе с тлями, так как тли не берут корма с поверхности растений, а высасывают их соки).

Другие виды тлей. Кроме капустной тли, существует много других видов, принадлежащих к тому же семейству, но приуроченных уже к другим растениям, которым они также наносят сильный вред. Вредят огородам *гороховая тля*, *огуречная тля*, *бобовая тля*; на садовые культуры нападают *яблоневая тля*, *красная тля* (вредит яблоням на юге), *крыжовниковая тля*. К семейству тлей относится и *филлоксер* — опасный вредитель виноградников. Много видов тлей живет и на хлебных злаках и на различных дикорастущих растениях.

Жизненный цикл у большинства тлей проходит в том же порядке, как и у рассмотренной нами капустной тли. Но у некоторых видов установилось, кроме того, явление «смены хозяев», когда появляющиеся летом крылатые самки переселяются на растения совершенно других семейств. Так, например, *черемухово-овсяная тля* весной развивается на черемухе, а летом перекочевывает на злаки, и только осеннее поколение снова возвращается на черемуху и откладывает там зимние яйца (ср. со сменой хозяев у паразитических червей).

Тли высасывают из мякоти растений соки, в которых содержится сравнительно много сахара, но очень мало необходимых

каждому животному белковых веществ. Поэтому, чтобы получить белковые вещества, им приходится пропускать через свой кишечник большое количество жидкой пищи, избыток которой выделяется из заднепроходного отверстия в виде липкой сахаристой «медвяной росы». Эта сладкая «медвяная роса» привлекает муравьев, у которых даже выработался особый инстинкт «доения» тлей: муравей своими усиками щекочет тлю с задней стороны и та, в ответ на это раздражение, выделяет капельку сладкой жидкости, которую муравей слизывает (этой способностью не обладает капустная тля, которая и не посещается муравьями).

ВРЕДИТЕЛИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

Среди всех отраслей нашего сельского хозяйства совершенно исключительное место принадлежит полеводству, и в частности разведению зерновых культур; поэтому многообразные и многочисленные вредители, живущие за счет полевых культурных растений, особенно тяжелым бременем ложатся на наше сельское хозяйство, снижая его продуктивность.

Среди этих вредителей есть и млекопитающие — это различные виды грызунов: суслики (на юге), хомяки, полевые мыши, полевки, или житники. В сырые годы поля страдают от слизней, принадлежащих уже к типу моллюсков. Но особенно значительные убытки наносят нашим полям вредители из мира насекомых.

Количество видов насекомых, наносящих ущерб полевым культурам, очень значительно, и, конечно, эта важная тема не может быть развернута здесь с достаточной широтой. К тому же многие очень актуальные вредители хлебных злаков (трипсы, гессенская и шведская мушки) очень мелки, и непосредственное изучение их жизни мало доступно для неопытного наблюдателя. Да и плотные массивы полевых культур не дают таких возможностей для обследования отдельных растений, какие дают огородные грядки или плодовые деревья и ягодные кустарники. Поэтому, отсылая читателя, интересующегося вредителями полеводства, к специ-

альной литературе по этому вопросу¹, мы остановим здесь внимание лишь на немногих видах — в первую очередь на тех, которые своими массовыми появлениями создавали у незащитных перед ними земледельцев представления о неотвратимой небесной каре, посылаемой людям за их грехи, — на «озимом черве» и на саранче².

Озимая совка

Цикл развития. Весной на озимых попадают крупные голые гусеницы сероватого цвета, известные под именем «озимого, или ржаного, червя». В конце мая эти гусеницы окукливаются, зарываясь для этого в землю, и приблизительно через месяц дают ночных бабочек с бурыми крыльями, хорошо скрывающими их днем на фоне почвы (покровительственная окраска). В июле совки откладывают яйца на листья различных сорных растений — преимущественно на вьюнок, лебеду, просвирник. После двух линек гусеницы переползают на всходы озими и выедают на зеленях большие черные плешины. Кормятся гусеницы ночью, а днем прячутся под комочками земли, и раньше крестьяне, не видя своего врага, нередко думали, что озими «выпревают». Затем гусеницы зимуют и заканчивают свое развитие на следующий год. Однако в более южных областях озимая совка успевает за одно лето дать два поколения бабочек (рис. 221).

Борьба с «озимыми червями». Меры борьбы и здесь подсказываются изучением образа жизни вредителя. Бабочка откладывает яички не прямо на хлебные растения, а на сорняки, следовательно, для того чтобы она не оставила у нас в

¹ Кроме соответствующих книг и брошюр, в нашей литературе имеется многокрасочный «Альбом вредителей и болезней сельскохозяйственных культур нечерноземной полосы Европейской части СССР» (авторы С. М. Волков, Л. С. Зимин, Д. К. Руденко, С. М. Тупеневич), выпущенный Сельхозгизом в 1955 году.

² В методическом аспекте некоторые вредители полеводства были затронуты автором этой книги в его статье «Насекомые — вредители полевых культур как объект практических работ в сельской средней школе» (журнал «Биология в школе», 1957, № 1).

поле потомства, следует уничтожить там рассадник вредителей — заросли сорных трав. В этом отношении коллективизация сельского хозяйства уже сама по себе создала менее благоприятные условия для размножения озимой совки, уничтожив те бесчисленные межи, которыми так пестрели крестьянские поля в прежние,

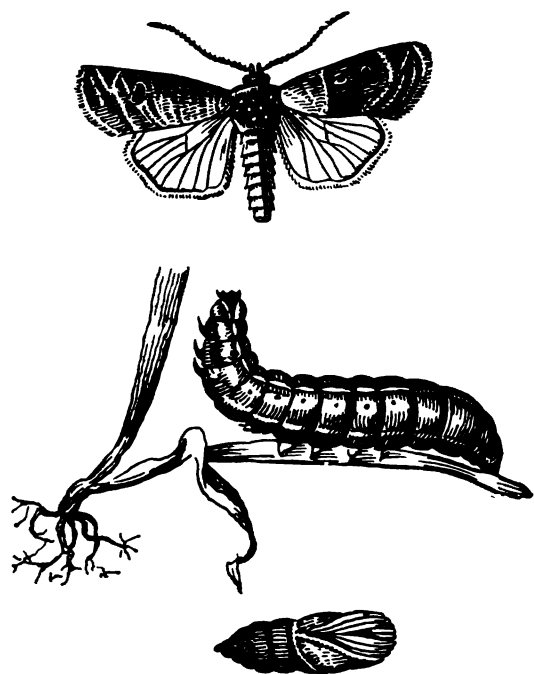


Рис. 221. Озимая совка, ее гусеница и куколка.

доколхозные времена и которые обильно зарастали сорняками. В большом количестве сорняки вырастают также на паровых полях — значит, к моменту появления бабочек озимой совки пары должны быть чистыми, не давая убежища потомству вредителя. От гусениц, которые могут напознать со стороны — с соседних засоренных полей или пустырей, — можно защититься оградительными канавами.

На юге, в свеклосахарных районах, первое поколение озимой совки вредит свекле.

Две зоны вредности озимой совки. В годы массовых размножений озимой совки более значительный вред она наносит, во-первых, северной полосе нашей страны,

включающей области Ленинградскую, Ярославскую, Вологодскую, Кировскую, и, во-вторых, Украине и южной части РСФСР; средняя же полоса, в которой лежит Московская область, страдает от этого вредителя сравнительно меньше.

Причина такого явления заключается в том, что в условиях северных районов за лето успевает развиваться одно поколение озимой совки, а в южной полосе, благодаря более продолжительному и теплему лету, сменяются уже два поколения этой бабочки. Что же касается промежуточной полосы, то ее климатические условия таковы, что часть отродившихся в данном году гусениц к осени зарывается, как и на севере, в землю на зимовку, часть же продолжает свое развитие дальше, как в южной зоне, но не успевает закончить полного цикла до наступления осенних холодов, которые и губят вредителя, застигая его на стадиях, не приспособленных к перезимовке.

Отсюда видно, что не всегда несколько более длительное лето оказывается благоприятным для развития насекомого: в условиях короткого лета у озимой совки успевало благополучно пройти свой жизненный цикл (от перезимовавшей гусеницы до новой гусеницы, готовой к зимовке) одно поколение, а результатом более длительного лета средней полосы нередко бывает «ни два ни полтора»: для одного цикла такое лето оказывается слишком «просторным», а для двух — слишком «узким».

К озимой совке во многих отношениях — и по внешнему виду, и по биологическим особенностям, и по характеру повреждений — близок другой вид, относящийся к тому же роду, — *восклицательная совка*. Такое название было дано этой бабочке потому, что у нее на однообразном землисто-сером фоне передних крыльев имеются пятна, похожие на восклицательный знак.

Азиатская саранча

Азиатская, или перелетная, саранча по общему облику похожа на обыкновенного кузнечика, но крупнее его — длина ее тела вместе со сложенными крыльями до-

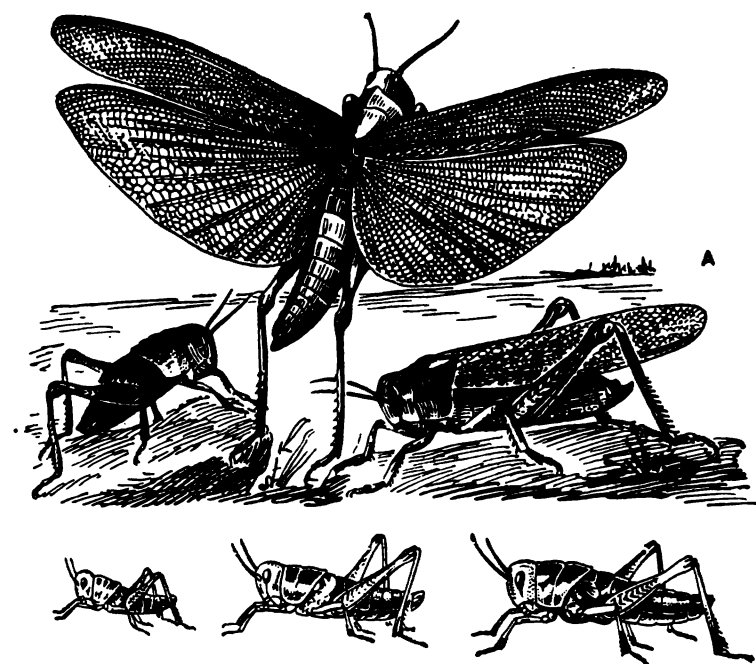


Рис. 222. Азиатская саранча:

А — азиатская саранча и ее личинка; Б — развитие саранчи.

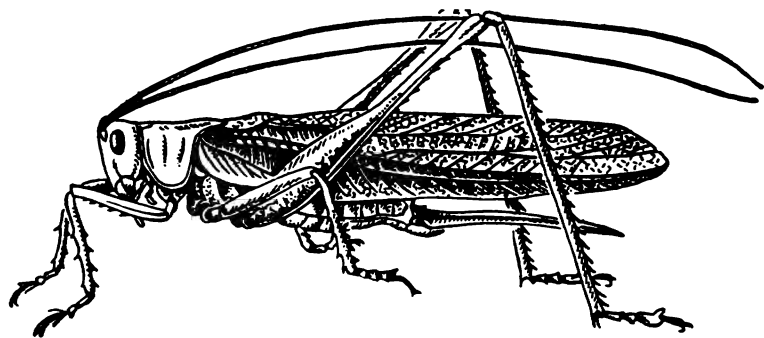


Рис. 223. Зеленый кузнечик, самка.

стигает 80 мм (рис. 222). Более существенные различия между кузнечиками и саранчой состоят в том, что у саранчи усики значительно короче, чем у кузнечика, слуховой орган помещается не на голених передних ног, а по бокам брюшка при его основании, а самки саранчи не имеют яйцевода, свойственного самкам кузнечиков. По этим довольно существенным различиям в строении саранчу и ее родичей — кобылок, с одной стороны, и виды кузнечиков (рис. 223), с другой, относят, несмотря на внешнее сходство их облика, к двум различным семействам или даже подотрядам. А практики сельского хозяйства по этим признакам легко могут отличить вредных саранчовых от кузнечиков, питающихся преимущественно насекомыми.

Азиатская саранча в качестве массового вредителя распространена главным образом в тропических и субтропических странах Старого Света. В нашей стране местами постоянного обитания саранчи были низовья рек, впадающих в Черное и Каспийское моря и в озера Средней Азии. Из этих местностей взрослая, окрылившаяся саранча вылетала иногда целыми тучами, совершая путь в несколько сот километров. Опускаясь на поля, стаи саранчи производили там огромные опустошения, уничтожая иногда в нескольких местах весь урожай. Таким массовым налетам саранчи подвергались у нас более южные районы, примыкающие к местам коренного обитания саранчи.

Развитие саранчи. Во второй половине лета саранча приступает к размножению. Самка делает своим брюшком довольно глубокую яму в земле и заполняет ее приблизительно на две трети яйцами; одновременно она выделяет пенистое вещество, которое, затвердевая, склеивает яйца в одну сплошную кубышку, представляющую собой как бы внутренний слепок ямки в форме колбаски длиной в несколько сантиметров (рис. 224). Отложенные в кубышке яйца остаются зимовать.

Весной из кубышек выходят личинки. Они собираются тесными группами, образуя так называемые «кулиги», и в таком виде двигаются по полям и лугам, питаясь встреченной по пути растительностью. Обыкновенно они держатся раз взятого ими направления и упорно стараются преодолеть неровности почвы и

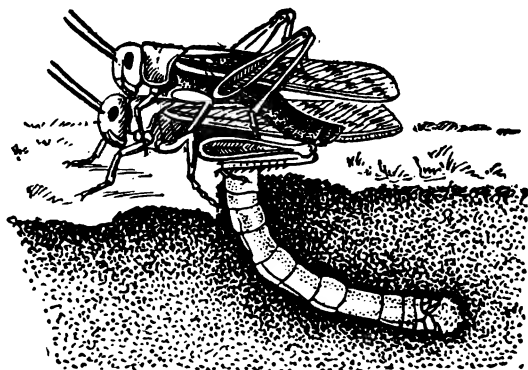


Рис. 224. Саранча, откладывающая кубышку.

встречные препятствия в виде канав и даже речек. Личинки пять раз сбрасывают шкурку и месяца через полтора превращаются во взрослую, крылатую форму.

Меры борьбы. В течение многих столетий — еще с тех отдаленных времен, о которых повествует Библия, — южные земледельческие страны страдали от налетов прожорливой саранчи. В новую эпоху, с появлением научно обоснованных методов защиты урожая от вредителей, для борьбы с «пешей» саранчой начали устраивать поперек их пути канавы с крутыми стенками. Упорно идущие своей дорогой «саранчуки» (так у нас зовут этих бескрылых личинок) лезут в канавы и не могут оттуда выбраться, попадая, наконец, в специально вырытые на дне этих канав еще более глубокие ямы — «колодцы», и погибают там голодной смертью. Применяли также вместо таких канав переносные стенки, преграждавшие путь двигающимся «кулигам» и направлявшие их в ловчие ямы — «колодцы». Большое распространение получило применение от-

равненных мышьяковистыми ядами приманок из отрубей, жмыхов или даже конского навоза.

Большое количество личинок истребляют и наши «союзники» — насекомоядные птицы (особенно полезна бывает в этих случаях деятельность живущих на юге розовых скворцов), а также хищные насекомые-паразиты.

Однако ни естественные враги саранчи, ни применяемые против нее на полях меры не могли обезопасить нашу страну от новых налетов саранчи. Дело в том, что главными местами отрождения саранчи оказываются не поля и не степи, а поросшие камышом и тростником болотистые «плавни» в низовьях наших южных рек — обширные пространства, куда в прежние времена было почти невозможно добраться. Эти плавни, где саранча все лето имела свежий зеленый корм, и оказывались тем природным резервуаром, откуда она после окрыления совершала свои налеты на соседние, а иногда и очень отдаленные земледельческие районы.

С появлением авиации открылась возможность настигнуть и уничтожить опасного вредителя в его недоступных до тех пор убежищах. Аэрохимический метод борьбы с саранчой состоит в том, что над плавнями на небольшой высоте летает самолет или вертолет, на котором устроено особое приспособление, разбрасывающее ядовитый порошок; сначала этот порошок в виде длинного облачка тянется за хвостом самолета, а затем мелкой пылью оседает на листья тростников и камышей, отравляя поедающих эту зелень «саранчуков». Так как места эти совершенно безлюдны и не посещаются скотом, то распыливание ядовитых веществ не грозит здесь жизни человека или домашних животных.

Применение аэрохимического метода началось у нас с 20-х годов и очень заметно снизило численность саранчи. Таким образом, при планомерном использовании его во всех тех местах, которые «укрывают» личинок саранчи, вполне возможно добиться полной ликвидации этого опасного вредителя. Наряду с этим необходимо, конечно, истреблять и тех

«саранчуков», которые отрождаются на полях из отложенных там кубышек.

Стадная и одиночная фазы саранчи. В свое время Линней описал «перелетную» саранчу (*Locusta migratoria*) и встречающуюся в Европе саранчу «датскую» (*L. danica*) как два отдельных вида. Действительно, обе эти формы различались не только по своей окраске, но и по более существенным морфологическим признакам — по форме переднегруди и по длине надкрылий, которые у «датской» саранчи короче, чем у «перелетной» (рис. 225).

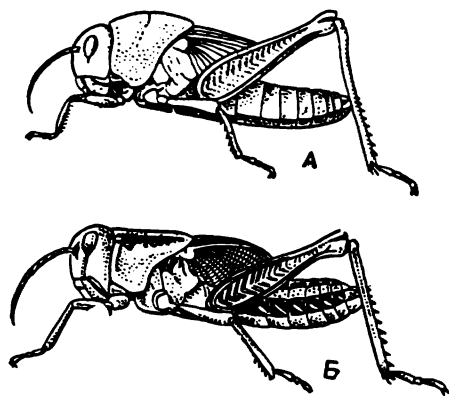


Рис. 225. Одиночная (А) и стадная (Б) фазы саранчи (личинки 5-го возраста).

Кроме того, обе эти формы различны и в биологическом отношении, так как «датская» саранча никогда не образует стай и встречается одиночными особями. Словом, казалось несомненным, что в данном случае перед нами два «хороших», вполне обособленных вида.

Однако в дальнейшем оказалось, что саранча «перелетная» и саранча «датская» — это только две формы существования одного и того же вида *Locusta migratoria*, или две различные его фазы, как назвал их в 1921 году энтомолог Б. П. Уваров, — фаза стадная и фаза одиночная. Если личинки саранчи отродились в массовом количестве и держатся скученно, образуя уже упомянутые кулиги, то из них образуется обыкновенная стадная фаза, способная к перелетам, а если личинки появляются в небольшом

количестве (как это бывает после случайных залетов саранчи в области, отдаленные от ее коренной родины), разбредаются врозь и теряют друг друга из виду, то развивается одиночная фаза саранчи.

Совершенно аналогичные фазы были обнаружены и у других видов саранчовых, обитающих в Африке и в странах Южной Азии, как, например, у саранчи-шистоцерки (или *схистоцерки*), иногда налетающей в наши среднеазиатские союзные республики из соседних более южных стран — из Индии, Ирака, Ирана.

С различиями в образе жизни стадной и одиночной фаз саранчи связаны и их цветовые особенности: одиночные фазы бывают окрашены преимущественно в травянисто-зеленые тона, делающие их малозаметными среди зеленой растительности, тогда как для стадной фазы окраска не может быть чем-нибудь полезной и ее расцветка оказывается более яркой. Одиночная фаза саранчи не делает больших перелетов, и надкрылья у нее короче.

Одиночная и стадная фазы связаны между собой постепенными переходами (переходные фазы), которые образуются при изменении условий жизни в период развития личинки.

Фактором, определяющим развитие личинок в сторону стадной фазы, несомненно, является их скученность, — об этом говорят и наблюдения в природе, и это подтвердили многочисленные эксперименты. Но встает вопрос: какая же именно сторона этой скученности, или стадного образа жизни, воздействует на ход развития личинки и на формирование признаков стадной фазы?

Вопрос этот оказался достаточно сложным. Некоторые авторы придавали решающее значение активности личинок, то есть их усиленной мышечной деятельности при стадном образе жизни и при скученном содержании их в садках. Однако позднейшие эксперименты показали, что сама по себе активность личинок не вызывает образования стадной фазы; личинка, помещенная в специальный садок, где она подвергалась толчкам и была вынуждена делать мышечные движения, продолжала оставаться зеленой, если в этих

условиях она была лишена общества себе подобных. Опыты французского энтомолога Реми Шовена показали, что развитие личинок в том или другом направлении определяется их зрительным впечатлением. Личинка развивается в стадную фазу, когда она видит рядом с собой других личинок своего вида, даже будучи изолированной от них стеклянным колпаком: развития признаков стадной фазы не происходит, если личинки содержатся в темноте и не могут видеть своих собратьев.

Результат, казалось бы, вполне ясный; однако, когда Шовен окружил единичную личинку зеркалами, многократно повторявшими ее отражение, личинка не поддалась иллюзии и осталась зеленой. Следовательно, поставленный вопрос разрешен еще не до конца и нуждается в дальнейшем исследовании: то ли насекомое иначе, чем мы, воспринимает отражение предметов в зеркале, то ли, помимо чисто зрительных впечатлений, здесь имеют значение и какие-то пока еще неизвестные для нас сигналы о присутствии других особей.

Однако независимо от того, какой фактор внешней среды окажется решающим при развитии личинки в сторону стадной или в сторону одиночной фазы, обе эти формы существования вида у саранчовых мы должны отнести к той же категории внутривидовой изменчивости, как и сезонные морфы у некоторых видов бабочек и явления цикломорфоза у дафний.

Другие саранчовые. К числу стадных саранчовых относится *мароккская кобылка*, вредящая полям в южных районах нашей страны. Она меньше азиатской саранчи, рыжевато-желтого цвета, голени задних ног у нее красные с желтыми колечками.

Другой вредитель — *итальянская саранча*, или *прудик*, — сравнительно небольшая кобылка с желтоватыми надкрыльями и с розовыми у основания крыльями второй пары. В отличие от предыдущих видов, эта кобылка редко собирается стаями и делает только очень небольшие перелеты — примерно на сотню шагов. Она также распространена только в южных районах.

Мелкие виды кобылок живут одиночно среди луговой растительности и заметно

го вреда не причиняют. В жаркие летние дни в траве слышится слабое стрекотание самцов этих кобылок. Присмотревшись к стрекочущей кобылке, вы увидите, что, в отличие от кузнечиков, она производит звук не трением одного надкрылья о другое, а трением о надкрылья бедер задних ног, которые с внутренней стороны усажены мелкими зубчиками, цепляющимися во время «пения» за жилки соответствующего надкрылья.

В конце лета по сухим перелескам часто встречаются кобылки, взлетающие у нас из-под ног с громким трещанием и об-

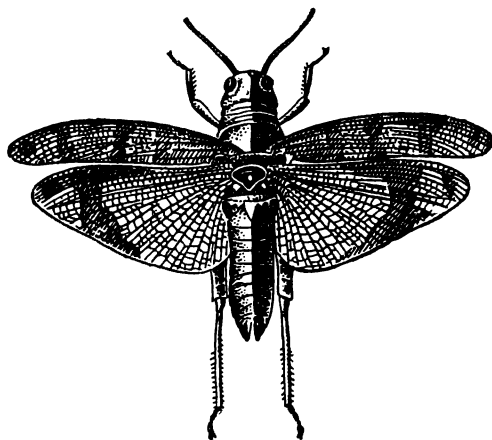


Рис. 226. Голубокрылая кобылка.

наруживающие при этом ярко окрашенные задние крылья — алые у *обыкновенной огневки*, или *стрекочущего скачка*, розовые с темной каймой у *кобылки-трещотки* и голубые с черной каймой у *голубокрылой кобылки* (рис. 226). Особенности этих кобылок могут служить примером своеобразного защитного приспособления — отпугивающей, или устрашающей, окраски (не смешивать с окраской предостерегающей!). Кобылка со сложными крыльями скрыта от глаз преследователя своей землистой покровительственной окраской, но когда опасность становится близка, насекомое внезапно раскрывает яркие крылья и одновременно издает трескучий звук; это явление может вызвать у преследователя некоторое замешательство и помочь кобылке спастись от своего врага.

Клопы-черепашки

В южных — и как раз наиболее хлебородных — районах нашей страны посевам зерновых наносят большой вред несколько похожих между собой видов крылатых клопов, известных под общим именем «черепашек» (рис. 227). Такое название по-

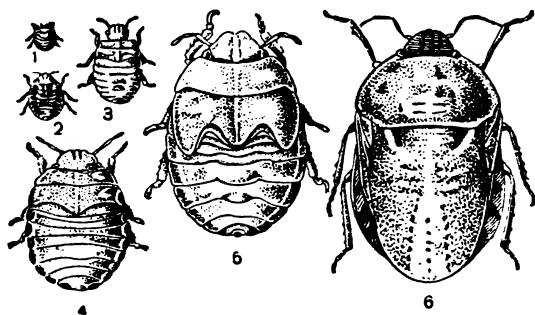


Рис. 227. Вредная черепашка и ее развитие:
1—5 — личинки 1—5-го возрастов; 6 — взрослая черепашка.

лучили они за общую форму тела и серовато-желтую окраску с темными разводами, придающими им отдаленное сходство с черепахой в миниатюре¹.

Черепашки во взрослом состоянии перезимовывают в лесах под опавшей листвою. Когда весеннее тепло прогреет землю, черепашки выбираются на поверхность и начинают переползать и перелетать на поля, засеянные озимыми хлебами. Здесь клопы высасывают соки из листьев и этим задерживают рост колосьев. Ко времени колошения хлебов черепашки откладывают на стеблях или на нижней стороне листьев свои шарообразные зеленоватые яйца, располагая их кучками по 12—16 штук. Из яичек выходят личинки и принимаются высасывать налившиеся в колосьях зерна. В июле черепашки становятся взрослыми и продолжают уничтожение хлебных зерен. Позднее, ко времени уборки хлебов, черепашки переселяются в леса или сады и там остаются на зимовку.

Растения, поврежденные черепашкой еще до колошения, вырастают хилыми, а

колосья, из которых черепашки высасывают содержимое наливающихся зерен, оказываются пустыми и белеют. Даже если черепашка не успела уничтожить зерно целиком, оно остается легковесным и дает неполноценную муку (приготовленное из такой муки тесто не поднимается под действием дрожжей).

Наездник теленомус. Как уже было сказано, яйца черепашки имеют зеленоватый цвет. Однако нередко яйца темнеют и наконец становятся синева-черными. Если поместить кладку таких потемневших яичек в пробирку и пробирку заткнуть комочком ваты, то можно будет увидеть, что из таких яиц вместо личинок клопов выйдут очень маленькие — всего лишь в 1 мм длиной — крылатые насекомые.

Так еще в конце прошлого столетия были открыты два новых для науки вида маленьких наездников-яйцеедов, относящихся к роду *теленомусов*. Самки этих наездников откладывают свои яйца в яйца клопа-черепашки (в каждое яйцо клопа по одному яичку; рис. 228). Личинка наездника питается содержимым яйца черепашки, там же, внутри скорлупы яйца, и окукливается и наконец дней через 15 после заражения дает взрослую, крылатую форму.

Благодаря размножению наездника-яйцееда численность черепашки сразу резко снижается и наливающиеся колосья уже менее страдают от вредителя по сравнению с предыдущим годом. Однако уже в следующем году черепашка снова начинает увеличиваться в числе, пока расплодившиеся в свою очередь наездники-яйцееды снова не сократят на некоторое вре-

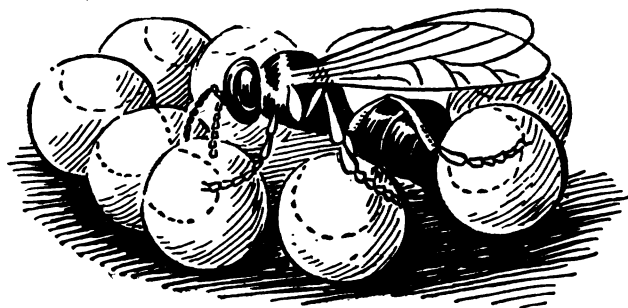


Рис. 228. Яйцеед-микрофагус на яйцах черепашки (сильно увеличено).

¹ Проф. Д. М. Федотов (ред.), Вредная черепашка, М.—Л., изд. АН СССР, 1949.

мя ее численность (ср. с тем, что было сказано о капустнице и наезднике-апантеле).

Еще в начале нашего столетия энтомолог И. В. Васильев, изучавший только что открытого тогда теленомуса, произвел опыт перевозки этого наездника из Средней Азии, где в тот год зараженность яиц черепашки составляла около 40%, на Украину, где сильно размножилась тогда черепашка. Опыт дал положительный результат: на участке, где были выпущены привезенные теленомусы, более половины отложенных черепашкой яиц было заражено наездником.

Этот предварительный опыт показал возможность борьбы с вредителем при содействии его естественного врага — наездника. В дальнейшем — уже в 30-х годах — способ борьбы с черепашкой при помощи теленомусов был усовершенствован советскими энтомологами и тогда получил широкое распространение. Задача заключалась в том, чтобы к моменту, когда черепашки на полях приступают к откладыванию яиц, уже была бы наготове армия теленомусов или их близких родичей — микрофануров, которую можно было бы своевременно напустить на вредителя. Для этого теленомусов и черепашек (которые доставляют яйца, необходимые для разведения теленомусов) содержат в лабораторных условиях, сокращая для них до нескольких дней период зимнего покоя (ср. с ускоренным выводом бабочек из зимующих куколок, стр. 212). И пока в природе вредная черепашка проходит период зимнего покоя под слоем снежных сугробов и опавшей листвы, в это время в искусственно созданных температурных условиях лаборатории успевает смениться несколько поколений теленомусов или микрофануров, а так как каждая пара дает в среднем около 90 потомков, то численность их к следующему лету возрастает во много тысяч раз — если, конечно, своевременно предоставлять им и яйца специально разводимых для этого черепашек.

Куры в борьбе с черепашкой. Черепашку истребляют и более простым способом, захватывая ее в тот период, когда она залегает на зимовку или только что пробу-

ждается от зимнего сна. Еще недавно сбор черепашки производился вручную: присев на корточки, работницы целыми днями собирали клопов в захваченные для этого бутылки — занятие очень кропотливое, утомительное и требующее большого количества рабочих рук. Были также попытки уничтожить черепашку путем выгона в лес свиней, которые поедали там клопов на месте их залегания. Затем для истребления черепашки стали использовать кур. Первый опыт был проведен в 1939 году на Украине в одном из колхозов Кировоградской области. В первых числах апреля 137 кур с колхозной птицефермы были вывезены в рощу, где залегала черепашка (для этого курятники пришлось поставить на колеса). Там они принялись усиленно разysкивать и клевать клопов, так что в десять дней лесок оказался совершенно очищенным от вредителя. По приблизительным подсчетам, каждая курица за день истребляет в этих условиях до полутора тысяч черепашек — как раз столько, сколько может набрать в бутылку за целый день упорного труда одна работница.

Куры в борьбе со свекловичным долгоносиком. В настоящее время использование кур широко применяется также и для истребления *свекловичного долгоносика* — жука темного цвета, с длинной головой («долгоносик»), размером в 10—13 мм, наносящего огромный вред плантациям сахарной свеклы (личинки этого долгоносика гложут снаружи корни свеклы, вызывая этим гибель растения). Кур выпускают и на месте зимовки жуков — на старых свекловищах — и на особых приманочных ловчих посевах свеклы, куда прилетают и приползают долгоносики для откладки яиц и где всего легче их уничтожить.

МЕТОДЫ ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ ОТ ВРЕДИТЕЛЕЙ

Количество видов насекомых, вредящих культурным растениям и лесным насаждениям, очень значительно, и здесь нет возможности коснуться каждого из этих вредителей. Необходимые сведения о них

и о применяемых по отношению к ним мерах борьбы читатель в случае необходимости найдет в специальных справочниках, инструкциях и руководствах.

Однако и на разобранных здесь примерах можно видеть, во-первых, что борьба с вредителем может быть проведена только на основе изучения его биологии. В одних случаях нам всего лучше уничтожить вредителя еще в стадии яйца; в других удобнее настичь его личинок в раннем возрасте, пока они еще не успели нанести повреждений растительности; в третьих наиболее целесообразным оказывается истребление взрослых насекомых, пока они еще не успели произвести потомства. Вместе с тем, в связи с различиями в биологии различных видов вредителей, и борьба с ними проводится в различные сезоны. Так, снимать зимние гнезда боярышницы и златогузки всего лучше поздней осенью или в начале зимы, истреблять черепашку и свекловичного долгоносика следует ранней весной, яблоневго долгоносика нужно околачивать с деревьев в период набухания почек, а личинок саранчи необходимо истреблять в начале лета.

Далее, разобранные нами примеры показывают, что и меры борьбы с вредителями могут быть различного рода. В одних случаях мы непосредственно уничтожаем самого вредителя, его личинок или его яйца — это истребительные методы борьбы. На истребление вредителей направлен и биологический метод, когда мы обращаемся к содействию естественных врагов, которые имеются у данного насекомого, например к содействию соответствующих видов наездников (вспомните черепашку и теленомусов). Вместе с тем мы не ограничиваемся только истребительными мерами, а стараемся создать такие условия, которые были бы неблагоприятны для размножения и развития вредителей, например уничтожаем «укрывающие» их сорняки. Это методы культурно-хозяйственные, или агротехнические.

Истребительные методы борьбы с вредителями в свою очередь можно подразделить на методы физико-механические и методы химические. В пер-

вом случае вредителя уничтожают либо ручным сбором, либо устройством ловчих колодцев и канав для «пеших» вредителей или ловчих поясов для вредителей, вползающих по стволам деревьев (вспомним яблоневго долгоносика), либо устройством особых ловушек. Сюда же можно отнести и сжигание «пешей» саранчи при помощи особых огневых катков.

Химические методы борьбы с вредителями

В связи с развитием химической промышленности уже с начала текущего столетия получили широкое распространение химические методы борьбы с вредителями, в настоящее время занявшие исключительное место среди других мероприятий, направленных на защиту наших культурных растений и лесных насаждений.

Химические методы заключаются в применении к вредителям отравляющих веществ — инсектицидов («насекомоубийтелей»).

Яды внутреннего и наружного действия. Среди инсектицидов следует различать внутренние, или кишечные, яды, которые отравляют организм, попадая в кишечник вместе с пищей (например, те порошки, которыми опыливают заросли тростников и камышей для отравления личинок саранчи), и яды наружного действия, воздействующие на насекомое через его кожные покровы и особенно необходимые для истребления сосущих насекомых (клопов, тлей). Иногда инсектициды употребляются в виде сухого порошка, который распыливается для истребления вредителей (такой способ был упомянут как наиболее действенная мера для истребления саранчи). Чаще, особенно на небольших площадях, инсектициды употребляются в жидком виде; их растворяют или разбалтывают в воде и приготовленной таким образом жидкостью опрыскивают при помощи особых аппаратов нуждающиеся в защите растения. К химическим же методам относится и применение отравленных приманок, дающее хорошие результаты в борьбе с саранчой (см. стр. 223).

В 30-х годах по почину академика Н. В. Цицина у нас в СССР было обращено серьезное внимание на применение нового для полевой практики инсектицида — пиретрума, изготовляемого из соцветий некоторых горных видов ромашки. Губительное для насекомых свойство этого препарата было известно с давних пор, но применялся он (под именем «персидского» или «далматского» порошка) почти исключительно для истребления насекомых, досаждающих нам в наших жилищах: клопов, блох и тараканов.

Опыты, организованные академиком Н. В. Цициным сначала в лабораторных условиях, а затем и на полях, огородах и в садах, показали, что препараты далматской ромашки оказываются очень действенным средством для истребления самых разнообразных насекомых-вредителей.

Синтетические инсектициды. Однако в последнее время (40-е и 50-е годы) пиретрум отступил на второй план перед новыми и чрезвычайно эффективными синтетическими инсектицидами — ДДТ (сокращенное обозначение дихлордифенилтрихлорэтана — $C_{14}H_9Cl_5$) и ГХЦГ, или гексахлораном ($C_6H_6Cl_6$), обычно применяемыми в виде дустов¹. Подобно пиретруму, эти вещества относятся к ядам наружного действия; смертельно воздействуя на большинство насекомых, они не «обжигают» растения и относительно безопасны для работающих с ними людей.

«Тотальная война» против насекомых и ее результаты. При всех ценнейших качествах новых синтетических инсектицидов практика их широкого применения иногда приводила к отрицательным результатам и вместо ожидаемой пользы наносила ущерб делу защиты растений и другим отраслям сельского хозяйства.

Эффективность ДДТ и гексахлорана, их относительная дешевизна и возможность опыливания ими с самолетов огромных площадей лесов и промышленных садов привели многих практических работников

к неправильному представлению, что в их руках уже имеется универсальный инсектицид, который делает излишней кропотливую работу по изучению жизни отдельных видов вредителей для выяснения их «уязвимых мест» и может заменить все прежние методы борьбы с вредными насекомыми. По сигналам о появлении того или иного вредителя вылетали десятки самолетов и проводили опыливание на тысячах гектаров лесных площадей и садов. Так разразилась своего рода «тотальная война» против всей энтомофауны данной области или даже целой страны. В первую очередь она обрушивалась на безобидных или даже полезных для нас насекомых, нарушая сложившиеся в течение многих тысячелетий взаимоотношения внутри природных биоценозов. При обработке лесных защитных полос истреблялись гнездящиеся на их опушках шмели и одиночные пчелы. Ядовитые порошки, попадавшие на цветущие растения, вызывали отравление посещающих их насекомых-опылителей, чем наносился урон и пчеловодству, и садоводству, и посевам гречихи.

Широкое применение аэрохимического метода приводило и к общему оскудению энтомофауны данной области, так как попутно уничтожались и безобидные для нас насекомые — те красивые жуки и пестрые бабочки, присутствие которых украшает летом нашу скромную родную природу.

Многие полезные для нас насекомые, сдерживающие размножение вредителей, оказались по сравнению с ними менее стойкими против ядов, и в результате, согласно подсчетам, сделанным в 1955 году, возросла численность 54 видов вредителей, освобожденных от их естественных врагов.

Кровяная тля и наездник афелинус. Чрезвычайно поучительны результаты истребительных мероприятий по борьбе с кровяной тлей, проводившихся у нас в более южных районах и в зарубежных странах.

Кровяная тля (получившая свое название потому, что, будучи раздавленной, она оставляет кроваво-красное пятно) сильно вредит яблоням в южной части СССР.

¹ Дустами называют порошкообразные препараты, в которых действующие вещества (яды) разбавлены каким-нибудь неядовитым порошком.

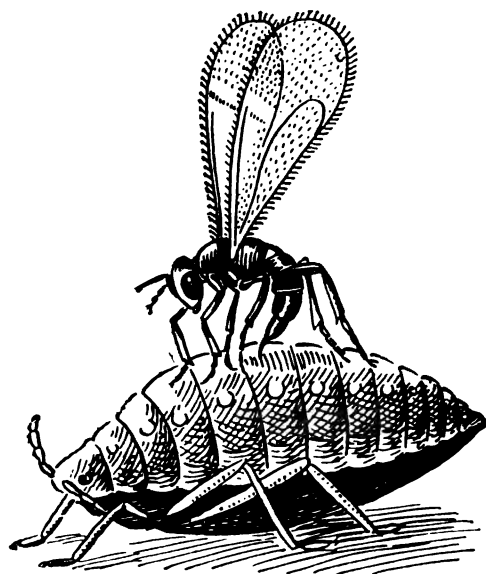


Рис. 229. Кровяная тля и наездник афелинус (сильно увеличено).

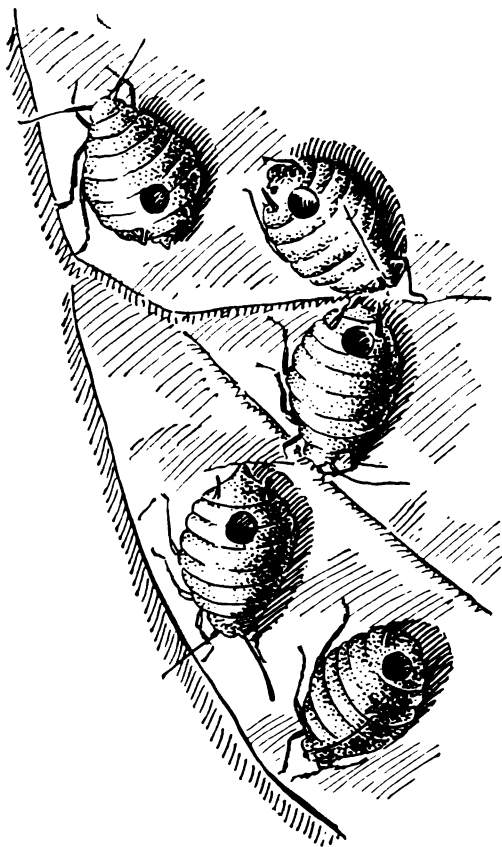


Рис. 230. Пустые шкурки тлей после выхода афелинусов (увеличено).

В Европу она еще в XVIII веке была случайно завезена из Америки и в тех областях, где ей благоприятствовали климатические условия, быстро распространилась, не встречая на новой для нее территории приспособившихся к ней естественных врагов (от поедания нашими божьими коровками кровяная тля защищена толстым слоем восковых выделений). Поэтому с 1920 года в Европе начались работы по ввозу и акклиматизации американского наездника *афелинуса* — паразита кровяной тли (рис. 229, 230). Афелинусы хорошо прижились на своей новой родине и значительно сократили численность кровяной тли.

Опыливание плодовых садов инсектицидами привело к поголовному истреблению афелинусов, тогда как защищенная своими восковыми выделениями кровяная тля оказалась неуязвимой и в результате направленных против нее «истребительных мероприятий» расплодилось в невиданных ранее количествах.

Выше (стр. 205) уже коротко упоминалось об отрицательных результатах проведенных в 50-х годах мероприятий по борьбе с непарным шелкопрядом при помощи аэрохимического метода. Вопрос этот был предметом обсуждения на организованной в 1958 году в Воронеже научной конференции по охране природы и рациональному использованию природных ресурсов центрально-черноземных областей, причем в одном из докладов была приведена такая справка:

«Данные управления лесного хозяйства подтверждают малоэффективность химических методов борьбы и показывают, что, несмотря на обработку всей зараженной площади, очаг непарного шелкопряда не уменьшался, а резко возрастал, так как не было сдерживающего фактора в виде паразитов и хищников».

Если вспомнить, что непарный шелкопряд и при массовом размножении не губит лесных деревьев, хотя и снижает прирост древесины, и что через 2—3 года он должен был бы «сойти на нет» и без вмешательства человека, то немалые затраты труда и денежных средств на широкое применение аэрохимических мероприятий представляются еще менее оправданными.

Приведем и соответствующий пункт резолюции, принятой Воронежской научной конференцией по охране природы: «Отметить, что в условиях ведения различных отраслей сельского хозяйства и большой густоты населения в черноземных областях целесообразно и рентабельно перенесение центра тяжести борьбы с вредителями с химического метода на комплексный экологический, заключающийся в изменении среды в неблагоприятную сторону путем сочетания полезных хозяйственных и биологических мероприятий. К числу последних относятся: тщательное соблюдение агротехнических правил, создание здоровых и имеющих правильную структуру лесных насаждений, создание условий для жизни полезных насекомых и птиц, широкое искусственное привлечение птиц, контроль за участками, служащими станциями переживания вредителей в неблагоприятные периоды, и т. п. Как правило, химические воздействия на вредителей должны ограничиваться станциями переживания и местами временной концентрации вредителей»¹.

Конечно, эти положения в такой же мере относятся и к нашей центральной полосе, например к Подмоскovie.

«Привыкание» насекомых к инсектицидам. Практика одностороннего применения инсектицидов принесла и еще одно разочарование: она разрушила представление об их безусловной эффективности даже по отношению к тем вредителям, на которых уже было проверено их губительное действие. Оказалось, например, что у малярийных комаров и у комнатной мухи из поколения в поколение стала возрастать устойчивость против ДДТ. Насекомые, подвергавшиеся действию пиретрума, выживали только при малых дозах этого препарата, но у их потомков развился иммунитет и к более крупным дозам.

Подобные факты дают некоторым исследователям основание ожидать, что широкое применение химических методов борьбы приведет к большим изменениям в мире насекомых, ускорив темпы их эволюции: многие виды исчезнут с лица зе-

мли, а те, которые уцелеют, обнаружат свойственную миру насекомых приспособляемость к самым различным условиям и, как выразился один французский ученый с русской фамилией (проф. Балашовский), дадут «настоящий взрыв новых форм».

Химический метод среди других мероприятий по борьбе с вредными насекомыми. Конечно, те случаи, когда химический метод борьбы с насекомыми не дал положительных результатов или косвенно повлек за собой вред для других отраслей хозяйства (например, отравление пчел), не дают оснований сомневаться в его важном значении в общей системе мероприятий, направленных на борьбу с различного рода вредителями.

Химические методы незаменимы для борьбы с насекомыми (и клещиками), обосновавшимися в закрытых помещениях — у нас в домах, на скотных дворах, в амбарах и складах (для обработки нежилых помещений в последнее время ядовитые вещества применяются в виде аэрозолей — искусственно получаемых туманов и дымов, в которых яды плавают в виде мельчайших капелек). Аэрозоли находят применение и для уничтожения насекомых в открытых пространствах — при борьбе с вредителями полевых и огородных культур, плодовых деревьев и ягодников. Опыливание и опрыскивание инсектицидами успешно применяется для борьбы с вредителями в садах и парках. Аэрохимический способ дал блестящие результаты при ликвидации саранчи (см. стр. 223); заметим, что в этом случае обработке подверглись речные плавни, то есть места безлюдные и не занятые какими-либо хозяйственными угодьями.

Ошибочность широкого применения аэрохимического метода для опыливания дустами больших лесных площадей заключалась прежде всего в том, что не были учтены сложные взаимоотношения и взаимозависимости между организмами природных лесных биоценозов. Отразилось в этом и неверное представление о синтетических инсектицидах как об универсальном средстве для защиты растений, при котором будто бы отпадает необходимость изучения биологии отдельных видов вредителей.

¹ «Научная конференция по охране природы», Воронеж, 1958, стр. 102—103.

Биологические методы борьбы с вредителями

Охрана и привлечение полезных птиц. В нашей стране с давних пор на приусадебных участках устраивают скворечники, а гнездящиеся в них скворцы не только радуют нас ранней весной своим пением, но приносят нам и материальную пользу, поедая в больших количествах различных вредных насекомых и их личинок. Устройство скворечников можно считать самым старым и наиболее распространенным видом биологического метода борьбы с насекомыми-вредителями.

В прошлом столетии немецкими орнитологами были разработаны типы домиков и дуплянок для гнездования мелких насекомоядных птичек — «друзей» садовода, огородника и земледельца. В наших школах еще с 20-х годов ежегодно проводится ранней весной — еще до прилета скворцов — День птиц, когда ребята организованно размещают на соответствующих местах заранее изготовленные ими скворечники и искусственные гнездовья для мелких птиц — защитников урожая.

Не останавливаясь на этих вопросах подробнее, рекомендуем читателю обратиться к превосходной книге К. Н. Благосклонова «Охрана и привлечение птиц, полезных в сельском хозяйстве» (М., Учпедгиз, 1958).

Яйцеед трихограмма. В статье о вредной черепашке упоминалось о борьбе с ней при помощи специально разводимых для этой цели маленьких наездников-яйцеедов теномусов. Более широко используется для защиты урожая другой наездник-яйцеед — *трихограмма* (рис. 231), ценный для нас тем, что в выборе «хозяина» для своего потомства он не ограничивается яйцами какого-либо одного вида насекомого, а заражает яйца самых разнообразных вредителей, которых он встречает в природе — озимой, капустной и хлопковой совки, яблоневой плодожорки, лугового мотылька, различных листоверток, капустницы, шведской мушки.

Для получения трихограмм в необходимых массовых количествах их разводят в лаборатории в специально устроенных вивариях в виде ящичков, обтянутых марлей.

Здесь им предоставляются для заражения яички также специально разводимого «хозяина» — зерновой моли *ситотроги* (причем, конечно, принимаются предосторожности, чтобы бабочки этого амбарного вредителя не могли разлетаться за пределы помещения лаборатории).



Рис. 231. Трихограмма на яйце озимой совки (сильно увеличено).

Выпускают трихограмм в природу либо в стадии взрослого наездника, либо чаще в зараженных яйцах зерновой моли (зараженные яйца раскладывают по спичечным коробочкам, бумажным гильзам и по возможности равномерно размещают на площади, поручаемой «заботам» яйцеедов). А яйцеедов для этого потребуется немало — в среднем около 100 тысяч на гектар поля или огорода, а для уничтожения плодожорки — около 2 тысяч на одну яблоню: здесь приходится учитывать очень слабый полет этих крошечных насекомых, к тому же легко уносимых ветром.

Червец ицерия и жучок «кардинал». Особенно ярко значение биологического метода обнаружилось в борьбе с *червцем ицерией*, наносящим сильный вред апельсиновым деревьям в Калифорнии. Это бескрылос и малоподвижное насекомое,

принадлежащее к тому же подотряду, что и тли, не имело в американской природе естественных врагов и беспрепятственно размножалось в апельсиновых садах. Однако выяснилось, что червец ицерия встречается и в Австралии, но там вовсе не является таким опасным вредителем; очевидно, в природе Австралии существует какой-то фактор, который сдерживает его массовое размножение. Специально командированному в Австралию американскому энтомологу в 1888 году удалось установить, что червеца уничтожает там особый местный вид божьей коровки — жучок *кардинал* (он же *родолия* и *новиус*), и он выслал некоторое количество собранных в Австралии живых жучков в Калифорнию. Там они были выпущены в апельсиновые сады и быстро размножились, а червцы перестали быть

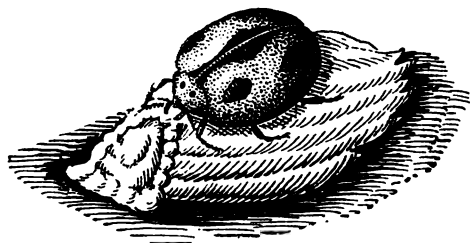


Рис. 232. Коровка родолия, поедающая ицерию (увеличено).

бичом плодоводства (рис. 232). После этого удачного опыта жучки «кардиналы» были ввезены и в другие страны, в которых разводят апельсиновые и прочие цитрусовые деревья, и везде они оправдали возлагаемые на них надежды, истребляя червецов. Ввезены они и в наши субтропические районы на Кавказе, где культивируются цитрусовые деревья, и куда уже успела проникнуть ицерия вместе с посадочным материалом. Жучки хорошо прижились в новых условиях, и теперь ицерию можно встретить здесь только как величайшую редкость.

Микробиологический метод защиты растений. Еще в конце прошлого века И. И. Мечников, обнаружив в погибших личинках хлебного жука («кузьки») новые виды болезнетворных бацилл и грибов, выдвинул идею использования этих

микроорганизмов для борьбы с насекомыми-вредителями. Однако детальная разработка и практическое применение нового, микробиологического метода встретили немало трудностей: одни болезнетворные организмы трудно поддавались культивированию в лабораторных условиях, другие же, наоборот, не давали ожидаемого эффекта, попадая в сложную полевую обстановку.

Уже в советское время над этой проблемой работал профессор В. П. Поспелов; в частности он успешно использовал против свекловичного долгоносика и хлебных жуков *зеленую мускардину* — паразитический грибок, с которым в свое время работал и И. И. Мечников.

Блестящие результаты получил в недавние годы сибирский биолог Е. В. Талалаев (ныне лауреат Ленинской премии), разработавший бактериологический метод борьбы с *сибирским шелкопрядом*, гусеницы которого догола объедают хвою сибирской кедровой сосны. Талалаев решил использовать обнаруженную им бациллу, от которой погибают гусеницы этого шелкопряда. Ценным свойством этой бациллы оказалась ее стойкость против сухости и прямого действия солнечных лучей. Из спор этого микроба, «разбавленных» порошком каолина (белой глины), был приготовлен специальный препарат «дендробациллин» для опыливания кедровых деревьев вместо ДДТ и гексахлорана. Гусеницы, погибшие от болезнетворных бацилл, и после смерти становились источником инфекции для своих собратьев через вытекающую из их тела жидкость.

Некоторые общие выводы. На основе всего накопленного опыта специалисты в области прикладной энтомологии приходят к выводу о необходимости разработки и широкого применения целой комплексной системы мероприятий по борьбе с насекомыми-вредителями. Нельзя придавать универсального значения химическому методу, а при его применении следует время от времени обновлять арсенал инсектицидов, чтобы избежать этим «привыкания» насекомых к постоянно применяемому яду. Наряду с механическими и химическими методами должен

занять важное место и биологический метод борьбы с вредителями; его следует разрабатывать и распространять, а не чинить ему препятствий в виде «тотальной» химической войны против всей энтомофауны.

Наконец, в общей системе методов защиты урожая — в особенности в области полеводства — видное место принадлежит мероприятиям культурно-хозяйственного характера; заключаются они в искоренении сорняков, предоставляющих «и стол и дом» многим видам вредителей культурных растений, в своевременном лущении и запахивании стерни, в умелом маневрировании сроками посева, ставящими вредителя в невыгодное для него положение, в рациональном плодосмене, при котором обосновавшиеся на данном поле вредители внезапно лишаются необходимой для них жизненной обстановки и не могут закончить своего развития. Большое значение имеет также выведение и подбор сортов, наиболее устойчивых против повреждения их насекомыми (а также и против заболеваний).

А для успешного проведения таких культурно-хозяйственных, или агротехнических, мероприятий по защите урожая изучение биологии вредителей приобретает особенно важное значение. Здесь необходимо знание их потребностей, календарных сроков их развития и тех фаз, на которых их застает соответствующая обработка почвы, и т. д.

Словом, при всех методах борьбы с вредителями остается в силе старое положение: для того чтобы победить врага, необходимо его хорошо узнать и, главное, выяснить его наиболее «уязвимые» места.

ВОДНЫЕ НАСЕКОМЫЕ

В отличие от ракообразных, которые (за редкими исключениями, вроде мокрицы) обитают в воде, где жили и все их предки, насекомые — это группа, развившаяся уже в условиях наземной жизни; в этих условиях сложились и все характерные признаки насекомых. Поэтому те насекомые, которые живут у нас в прудах и озерах, представляют для нас интерес

в том отношении, что на них мы можем видеть, как в связи с переходом к жизни в водной среде должны были измениться и некоторые особенности их строения, отличающие их от их сухопутных родичей.

Среди водных насекомых есть формы, которые проводят в воде всю свою жизнь и почти не выходят из водоема; другие бывают связаны с водоемом только во время личиночной стадии. Обильный материал для наблюдений может дать почти любой пруд, тихая заводь реки или небольшое озерко, а дальнейшие наблюдения следует проводить уже над изловленными насекомыми и личинками, рассаженными по банкам-аквариумам.

Насекомые на поверхности водоема

Водомерки. Почти повсюду, где есть стоячая вода, встречаются *водомерки* — тонкие и длинные насекомые из отряда полужесткокрылых, или клопов. Они снуют по спокойной поверхности водоема и своими движениями напоминают скользящих по льду конькобежцев (рис. 233).

Способность водомерок держаться на воде зависит, во-первых, от того, что тело и ноги этих насекомых покрыты тонким

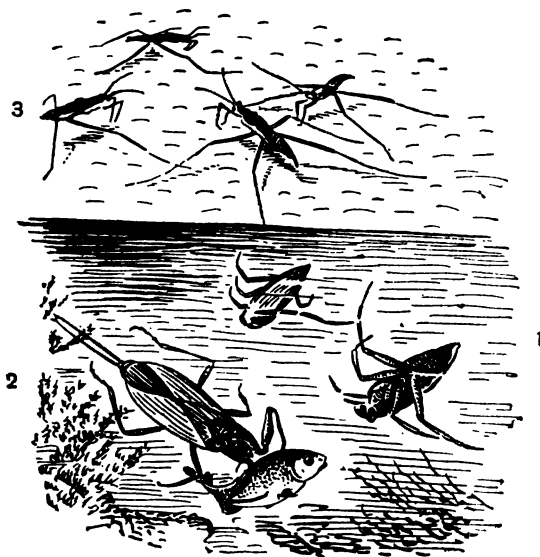


Рис. 233. Водяные клопы:

1 — гладыши; 2 — водяной скорпион; 3 — водомерки.

слоем воскообразного вещества, которое не смачивается водой, и, во-вторых, от того, что длинные лапки, которыми водомерка опирается о поверхность воды, служат ей своего рода лыжами. (Вспомним известный опыт со смазанной жиром швейной иглой, которую можно осторожно положить на поверхность воды в стакане.)

Легкость и проворство движений дают возможность водомерке ускользать от опасности и нападать на мелких насекомых, которых она высасывает своим колющим хоботком.

Вертячка. *Вертячки* — маленькие блестящие синевато-черные жучки, которые целыми стайками кружатся на поверхности воды, а в случае опасности ныряют в глубину. На пойманном жучке легко рассмотреть, что задние ножки у него укорочены и расширены в виде плавников. Благодаря такому строению ножек вертячка прекрасно плавает и ныряет в воде, но не может обычным образом ползать по сухой поверхности и только подскакивает, пока ей удастся добраться до воды.

Насекомые в воде

Жуки-плавунцы. Временами на поверхность пруда поднимаются из глубины крупные темноокрашенные жуки с узкой желтой каемкой по краю грудного щитка и надкрылий. Это *жуки-плавунцы* (цветн. табл. I). Главным органом передвижения им служит пара сильных задних ног, которые имеют у них сплюснутую форму, усажены прочными щетинками и действуют наподобие весел (рис. 234). При этом и правая и левая ноги двигаются одновременно, подобно тому как одновременно работает обоими веслами гребец в лодке (ср. с движениями бегающих насекомых — тараканов, жуков-жужелиц). Если же плавунца поместить на поверхность стола или положить на землю, движения его вне воды становятся очень неуклюжими: видоизмененные наподобие весел ноги оказываются уже мало приспособленными для передвижения на суше.

Поднявшись на поверхность, жук-плавунец выставляет из воды задний конец своего тела и некоторое время остается

в таком положении неподвижно. В это время атмосферный воздух поступает в узкое пространство между его телом и надкрыльями (рис. 235, 236), а оттуда проходит через расположенные там дыхальца в ветвящиеся по телу трахеи (у сухопутных жуков дыхальца расположены по бокам тела и не прикрыты надкрыльями).

Рис. 234. Задняя (левая) нога плавунца:

1 — вертлуг; 2 — бедро; 3 — голень; 4 — лапка.

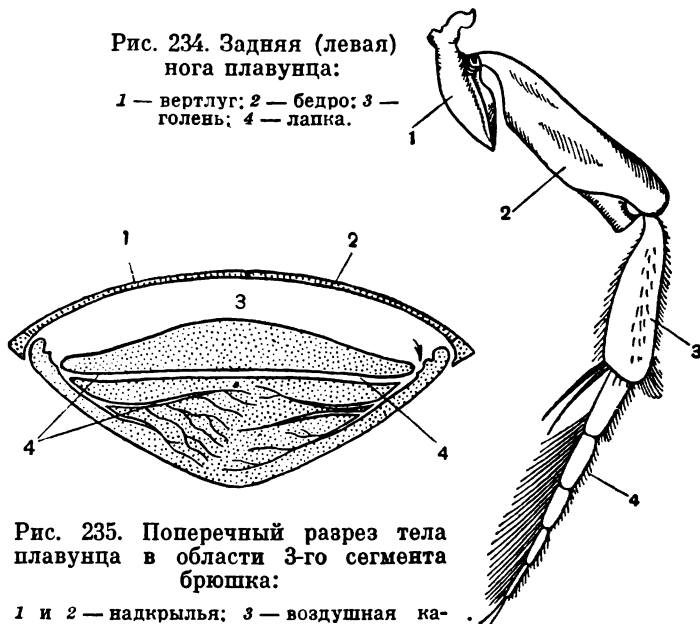


Рис. 235. Поперечный разрез тела плавунца в области 3-го сегмента брюшка:

1 и 2 — надкрылья; 3 — воздушная камера; 4 — трахеи.

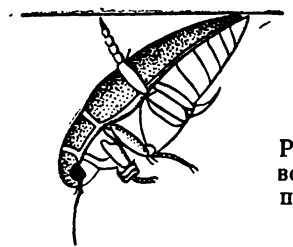


Рис. 236. Плавунец, возобновляющий запас воздуха под надкрыльями.

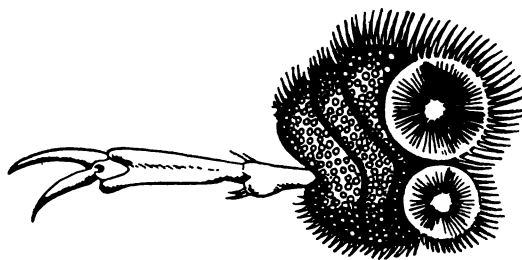


Рис. 237. Передняя ножка самца плавунца, снабженная присосками (увеличено).

Любопытная особенность отличает у плавунцов самца от самки: на лапках передних ног у самца заметны дискообразные расщепления, образующие пару присосок (рис. 237). При помощи этих присосок (а также и при содействии второй пары ног) самец во время спаривания может прочно держаться на скользкой спине самки (рис. 238) — приспособление, аналогичное подушечкам на внутренней стороне ладоней передних лапок у самцов лягушек.

Плавунец — сильный и прожорливый хищник, нападающий не только на мелкую живность, но и на такую добычу, как тритоны и небольшие рыбы (поэтому он оказывается вредителем прудового рыбного хозяйства). Хищный образ жизни ведут и личинки (рис. 239), о которых будет сказано несколько далее (см. стр. 237).

Вместе с тем сами плавунцы хорошо защищены от нападения: помимо проворства движений, их спасает от преследований едкая беловатая жидкость, которая выступает из тела схваченного жука и делает его несъедобным.

Плавунцы обладают крыльями и по вечерам иногда пускаются в полет, пересекаясь из одного водоема в другой.

Водолюбы. *Водолюбы* отличаются от плавунцов более выпуклым телом и блестящей черной окраской без желтых каемок. В отличие от плавунцов, водолюбы питаются растительными объектами и плавают в воде не так проворно.

Гладыши и водяные скорпионы. Очень часто в прудах встречаются довольно крупные клопы, принадлежащие к двум различным семействам — *гладыши* и так

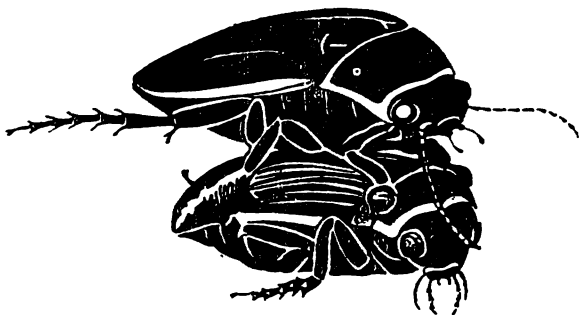


Рис. 238. Спаривание плавунцов.

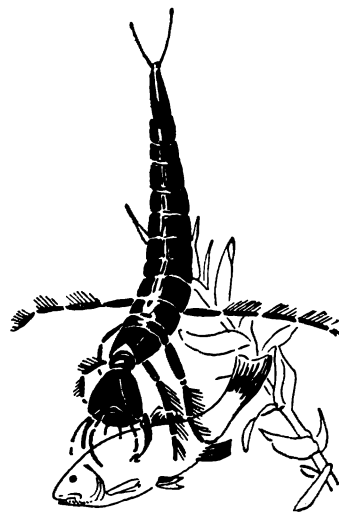


Рис. 239. Личинка плавунца, нападающая на рыбку.

называемые *водяные скорпионы*. И те и другие — хищники, но и по внешнему виду и по образу жизни они сильно различаются между собой.

Гладыши (рис. 233) быстро плавают в воде при помощи своих длинных веслообразных задних ног (ср. с плавунцами) и при этом держатся брюшной стороной вверх. Спинная сторона у гладыша не смачивается водой, а бывает одета «прилипшим» к ней слоем воздуха, от которого килевидная поверхность ее под водой кажется серебристой. Наоборот, брюшная сторона, обращенная у плавающего гладыша вверх, имеет темную окраску, делающую этого клопа малозаметным на общем фоне водоема (такое же распределение окраски мы встречаем и у большинства наших рыб, для которых она имеет подобное же защитное значение). Защищаются гладыши и очень болезненными уколами своего колющего хоботка.

В противоположность гладышам *водяные скорпионы* (рис. 233) медленно ползают по дну и в спокойном состоянии выглядят похожи на затонувший в воде и побуревший лист. Такое обманчивое сходство помогает медлительному хищнику затаиться «в засаде» в ожидании добычи, а также делает его незаметным и для врагов (пример охранительного сходства). Тело у этого клопа плоское и сзади оканчивается длинным хвостообразным при-

датком—дыхательной трубкой, состоящей из двух прижатых друг к другу желобков. Выставив из воды конец этой трубки, клоп-скорпион набирает через нее воздух в узкую щель между телом и крыльями, откуда этот воздух попадает в расположенные там дыхальца брюшка (ср. с плавунцом).

Плывать клоп-скорпион не может, а ползает при помощи 2-й и 3-й пар ног; передняя пара ног преобразовалась у него в хватательный аппарат, действующий наподобие гигантских челюстей. Схваченная добыча подносится ко рту и высасывается при помощи колющего хоботка.

Название «водяной скорпион» этот клоп получил потому, что его сходящиеся впереди головы хватательные ноги и хвостобразный придаток на конце брюшка придают ему некоторое поверхностное сходство с фигурой настоящего скорпиона.

Водные личинки

Среди обитателей водоемов постоянно встречаются также личиночные формы различных насекомых. Одни из них продолжают жить в воде и после превращения во взрослую, крылатую форму (таковы уже рассмотренные нами водяные жуки); другие во взрослом состоянии выходят из водоема и ведут уже воздушный образ жизни (стрекозы, комары). Мы рассмотрим здесь только более крупные и заметные формы личинок, могущие служить предметом биологических наблюдений (о комарах и их развитии будет сказано отдельно в следующей статье).

Личинки плавунцов. Личинку плавунца легко узнать по ее длинному и очень гибкому телу и по голове, вооруженной острыми и сильными серповидными челюстями (цветн. табл. I, рис. 239). Подобно взрослому жуку, личинка плавунца—прожорливый хищник, и поэтому и на экскурсии и в живом уголке ее нельзя помещать вместе с другими существами, которые мы хотим сохранить в целости.

В аквариуме (стеклянной банке) легко наблюдать, как дышит и питается личинка. Для дыхания она поднимается к поверхности и выставляет наружу пару коротких дыхательных трубочек, которыми

оканчивается ее брюшко; следовательно, и в личиночной стадии у жуков, перешедших к водной жизни, сохраняется воздушный тип дыхания.

Гибкие и проворные движения личинки плавунца и ее крупные и острые челюсти изобличают в ней хищника. Настигнув свою жертву, личинка впивается в нее челюстями и не разжимает их, пока не использует до конца свою добычу. Дело в том, что личинка не пережевывает пищу, а высасывает свою жертву через каналы, идущие по внутреннему краю челюстей в виде глубоких желобков. Через этот же канал личинка выделяет едкую жидкость, которая убивает или парализует добычу, а вместе с тем обладает и пищеварительными свойствами, превращая ткани ее тела в жидкую кашу.

Перед превращением в куколку личинка выходит из воды и окукливается в земляной норке на сырой прибрежной полосе.

Нападая на рыбных мальков, плавунцы и в личиночной и во взрослой стадии оказываются вредителями рыбного хозяйства.

Ручейники. По дну водоемов и на подводных растениях медленно ползают личинки, одетые чехликами, сделанными из различных растительных кусочков, песчинок или мелких раковин (цветн. табл. I, рис. 240). Это личинки *ручейников*—

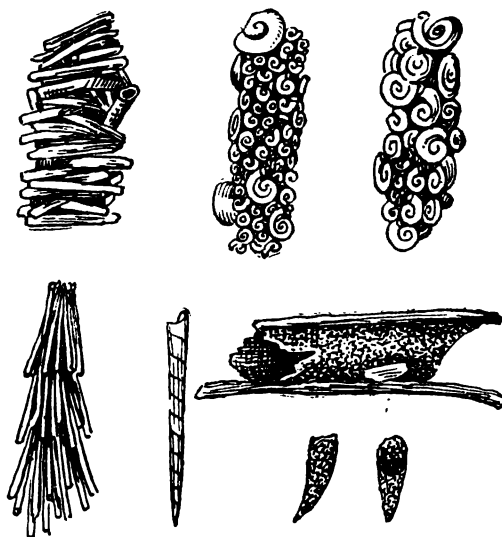


Рис. 240. Чехлы («домики») ручейников.



Рис. 241. Ручейник.

насекомых, которые во взрослом состоянии похожи на ночных бабочек (рис. 241) и при наступлении сумерек летают вблизи водоемов.

Обремененные своими «домиками» личинки ручейников не поднимаются на поверхность и, следовательно, дышат кислородом, растворенным в воде. Хотя тело личинки одето чехлом, однако оно омывается водой, так как чехол представляет собой сквозную трубку, открытую и с переднего и с заднего концов. Если при помощи соломинки или тупого конца булавки вытолкнуть личинку вперед из «домика», можно видеть, что покровы ее брюшка тонки и покрыты тонкими нитевидными выростами; эти выросты и служат личинке жабрами, через которые совершается газообмен между внешней водной средой и кровью личинки.

Весной подросшая личинка закрывает отверстие своего чехлика и там окукливается; летом из куколок выходят взрослые, крылатые ручейники.

Стрекозы. В воде проходят свою личиночную стадию и *стрекозы* — легкие и проворные насекомые с четырьмя сетчатыми крыльями и длинным стройным брюшком (цветн. табл. I). Личинки мало похожи на взрослых стрекоз; они довольно медленно передвигаются, держатся большей частью на дне и обладают буровой или желто-зеленой покровительственной окраской.

Наиболее характерная особенность личинок стрекоз — необычайно сильно развитая нижняя губа, обратившаяся в хватательный аппарат. В спокойном состоянии аппарат этот складывается и прикрывает «лицо» личинки в виде так называемой «маски», а во время охоты эта маска быстро распрямляется и выбрасывается вперед, точно рука с широкой и цепкой ладонью (рис. 242).

По своему строению личинки различных стрекоз могут быть подразделены на две основные группы. Одну группу составляют более мелкие и тонкие личинки, у которых на конце брюшка имеются три листовидных выроста, — это личинки более мелких и слабых *стрекоз-люток* (рис. 243). Другие личинки имеют более сильное и плотное строение, и листовидных придатков у них на брюшке нет; таковы личинки собственно *стрекоз* и *коромысел* (рис. 242).

И те и другие личинки живут в воде, но обладают воздухоносными трубками — трахеями. Однако дыхательных отверстий эти трахеи не имеют, и личинкам не приходится подниматься на поверхность за атмосферным воздухом. У личинок люток газообмен совершается в листовидных придатках, куда заходят тонкие разветвления трахей (таким образом, эти листовидные выросты имеют значение жабр с той, однако, разницей, что в настоящих

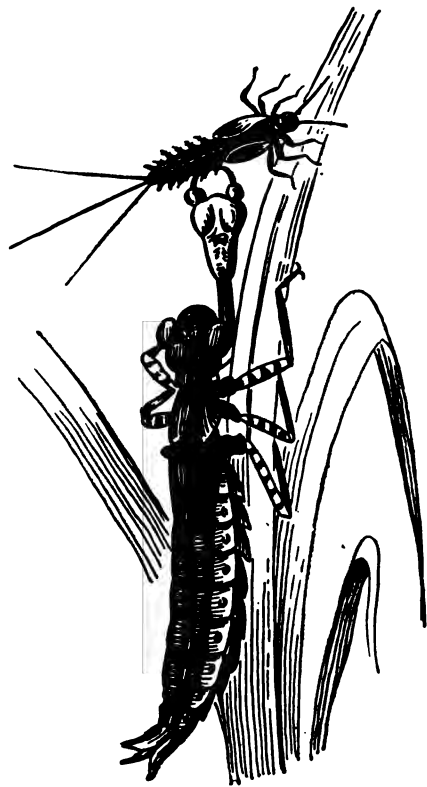


Рис. 242. Личинка коромысла, схватывающая добычу.

жабрах газообмен совершается между водной средой и кровью животного, а здесь — между водой и воздухом в замкнутых трахеях). У личинок крупных стрекоз и коромысел подобные дыхательные выросты расположены в задней части кишечника; поэтому такие личинки для дыхания должны вбирать свежую воду через заднепроходное отверстие. Когда же личинка с силой выталкивает воду из кишечника, тело ее от этого обратным толчком продвигается вперед.

Личинка растет, и после одной из линек у нее появляются зачатки крыльев: личинка становится нимфой (ср. с тараканом и кузнечиком). Наконец подрастающая нимфа выползает по стеблю растения из воды наверх, и здесь происходит ее последняя линька (рис. 244); из личиночной шкурки выбирается стрекоза — пока еще с мягкими крыльями и мягкими покровами тела. Она усаживается так, что крылья у нее свешиваются вниз и растягиваются до своих нормальных размеров; хитиновый покров постепенно твердеет, и наконец стрекоза снимается с места и улетает.

Итак, у стрекоз развитие идет с неполным превращением, как у тараканов, кузнечиков и клопов, хотя у стрекозы личинка живет в воде, а взрослая форма — в воздухе. Дело в том, что здесь меняется только среда обитания и

увеличиваются крылья, а способ питания и отправления органов остаются прежними: стрекоза и во взрослом состоянии сохраняет свою трахейную систему (теперь уже с дыхательными отверстиями) и остается таким же прожорливым хищником, как и ее личинка; поэтому какой-либо коренной перестройки всей организации (как, например, у бабочки) у нее не происходит.

У взрослой стрекозы две пары длинных сетчатых крыльев; обе пары почти одинаковой величины и почти одинакового строения и могут действовать независимо друг от друга. Это делает полет воздушного хищника очень быстрым и увертливым, а длинное и притом легкое брюшко служит при полете рулем и помогает стрекозе держать то или иное направление.

Сложные глаза стрекозы достигают огромных размеров и облегают голову почти со всех сторон; вместе с тем усики у нее имеют вид коротких щетинок и едва заметны. Это значит, что при полете стрекоза может высматривать себе добычу во всех направ-

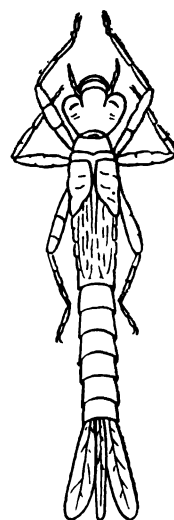


Рис. 243. Личинка стрекозы-лютки.



Рис. 244. Вылупление стрекоз.

лениях и что чувство обоняния при этом не играет роли и развито очень слабо.

Набросившись на какое-нибудь пролетающее насекомое, стрекоза схватывает его всеми своими необычайно цепкими ногами, подносит его к челюстям и тут же, в воздухе, на лету начинает его поедать.

Комары

Внешний вид и образ жизни. Всем знакомые *комары* — небольшие двукрылые насекомые с тонким телом и длинными и слабыми ногами (ноги поддерживают легкое тело сидящего комара, но почти не применяются для передвижения). На голове у комаров заметны длинный хоботок и пара усиков. Хоботок — уже специализированный орган колюще-сосущего типа, однако в нем можно найти в измененном виде (сильно вытянутыми) все части типичного ротового аппарата, приспособленного для разжевывания пищи (см. рис. 188). По строению усиков легко отличить самца от самки: у самцов усики перистые (это указывает на особенно хорошо развитое у них обоняние — ср. с бабочками-шелкопрядами), а у самок они почти гладкие. Кроме того, на усиках самцов расположен и орган слуха (см. стр. 190), помогающий самцу находить летающих самок и по их «звону».

Те комары, которые мучат нас своими укусами, все без исключения оказываются самками. У самцов хоботок более слабый, не способный проколоть кожу человека и животных, и пищей им служат соки растений и нектар цветов.

Растительными соками могут подкармливаться и самки (иногда приходится наблюдать, как комары сосут поданное к чаю варенье или мед); эта способность имеет для комаров большое жизненное значение, так как при их неисчислимых количествах им не так часто удается добраться до крови человека и животных, особенно в малонаселенных местах. Отсюда можно думать, что в недавнем прошлом соки растений и составляли основную пищу комаров.

При таком предположении становится понятно, почему и у самок комаров не все черты их строения и поведения оказываются в соответствии с их «кровожадными» наклонностями. Слабый и медленный полет комара, его назойливый «звон», которым он выдает свое приближение, его едкая слюна, причиняющая при укусе излишнюю боль и заставляющая и нас и животных скорее согнать или уничтожить своего мучителя, и, наконец, его хрупкое телосложение — все это такие особенности, которые нельзя признать выгодными для существа, питающегося уже не рас-

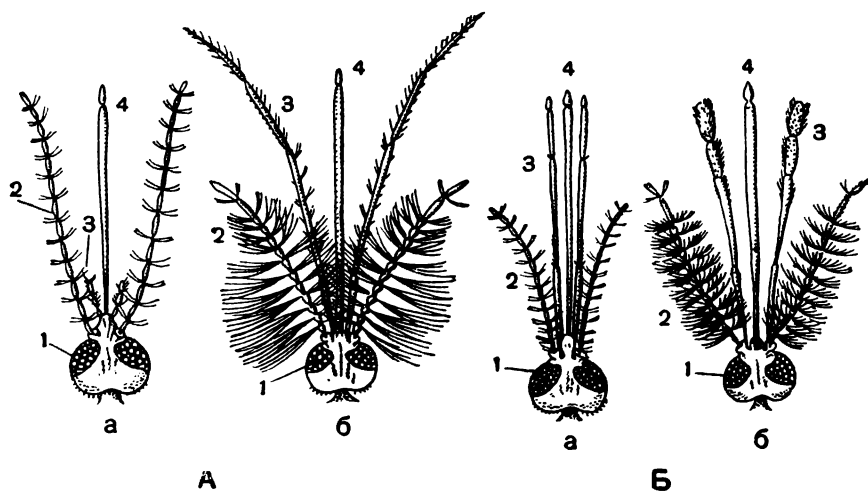


Рис. 245. Головы комаров:

А — кулексов; Б — анофелесов; а — самок; б — самцов; 1 — глаза; 2 — усики; 3 — губные щупальца; 4 — хоботок.

тительными соками, а чужой кровью (ср. в этом отношении комара с блохой).

Однако опыты показали, что если самке комара не удастся в период размножения насосаться крови, то в ее яичниках не образуются яйца и она не может произвести потомства. Следовательно, в настоящую эпоху питание кровью стало уже необходимым условием для сохранения видовой жизни комаров, хотя у них еще не выработалось полной приспособленности к такому образу жизни.

На комаре, который усадется кормиться на вашей руке, спокойно наблюдайте (лучше при помощи лупы), как он вонзает хоботок в вашу кожу и какую роль при этом выполняет его нижняя губа.

Комары и малярия. Комары не только мучат нас и наших животных своими укусами: оказалось, что некоторые виды комаров являются единственными виновниками заражения человека тяжелой, изнурительной «перемежающейся лихорадкой» — малярией. О возбудителе малярии и о цикле его развития уже была речь в главе о простейших (стр. 46); там же было указано, что обыкновенные комары, всего более досаждающие нам своими укусами, не могут быть «хозяевами» малярийного паразита.

Подверженными заражению плазмодием малярии, а стало быть, и разносчиками болезни, оказались только те виды комаров, которых зоологи относят к особому роду *анофелесов* (*Anopheles*). Там, где таких «малярийных» комаров нет, не бывает и малярии, так как другим путем заражение не передается. Поэтому очень важно уметь отличать малярийных комаров анофелесов от других, более обыкновенных (*Culex* и *Aedes*); их

нахождение покажет, что данная местность может сделаться очагом малярии, как только здесь окажутся приехавшие откуда-нибудь больные малярией люди.

В средней полосе СССР водятся несколько видов жалящих комаров, из которых 2 принадлежат к роду анофелесов. Признаки, по которым малярийных комаров можно отличить от обыкновенных, таковы:

У обыкновенных комаров	У анофелесов
а) Комар, спокойно отдыхающий на стене или на потолке, держит свое брюшко параллельно той поверхности, на которой сидит. б) Ноги в полтора раза длиннее тела. в) У самцов ротовые щупальца (которые сидят впереди усиков, рядом с хоботком) имеют вид тонких ниточек; на конце они покрыты нежными волосками, но сами не раздуты в виде булавочной головки (рис. 245). г) У самок ротовые щупальца (сидящие у основания хоботка) очень малы и едва заметны: они по крайней мере вчетверо короче хоботка.	а) Спокойно сидящий комар держит свое брюшко сильно приподнятым вверх. б) Ноги вдвое длиннее тела. в) У самцов ротовые щупальца с сильно раздутым концом и по своей форме напоминают булавки. г) У самок ротовые щупальца такой же длины, как хоботок: кажется, как будто у комара три хоботка (если щупальца плотно приложены к хоботку, то, для того чтобы их увидеть, нужно булавочкой отогнуть книзу кончик хоботка, тогда щупальца от него отделятся и будут хорошо заметны).

Кроме того, при помощи сильной лупы малярийного комара можно отличить от обыкновенного по жилкованию крыльев. (На этот признак приходится обращать особое внимание при определении сухих комаров, у которых легко обламываются ноги и другие части тела и лучше сохраняются крылья.)

На рисунке 246 вверху изображено жилкование крыльев у анофелеса и внизу — жилкование у обыкновенного комара; сравните оба рисунка, обратив внимание на то, одинаково ли начинаются у того и у другого комара 2-я и 3-я жилки. Уловив различия в жилковании на рисунке, про-

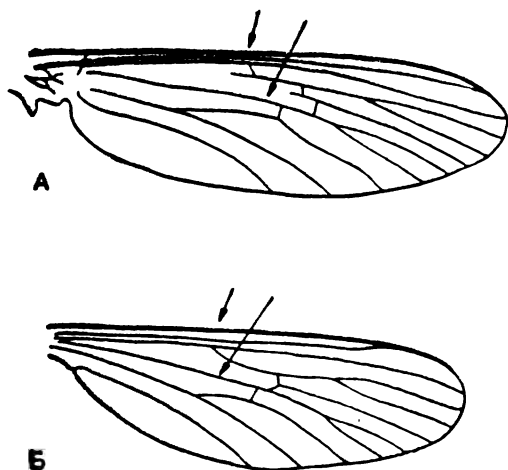


Рис. 246. Крылья малярийного (А) и обыкновенного (Б) комаров.

Стрелками показаны различия в жилковании крыльев.

смотрите этот признак на крыльях собранных комаров.

У того вида малярийного комара, который у нас в СССР чаще всего залетает в человеческое жилье, на крыльях можно различить по четыре темных пятнышка. Его называют поэтому *пятнистокрылым анофелесом* (*A. maculipennis*).

Малярийных комаров вернее всего можно найти именно в человеческом жилье, а также в коровниках и конюшнях; те тучи несносных кровопийц, которые преследуют нас на открытом воздухе, состоят главным образом из обыкновенных комаров-пискунов (*Culex*), с эпидемиологической стороны не опасных¹. Поэтому в местностях, неблагополучных по малярии, особенно важно не допускать комаров в жилые помещения; это достигается путем устройства оконных сеток и других подобных приспособлений.

Личинки комаров. Начиная с весны в прудах и болотах, в различных ямах, в которых застоялась вода, и даже в кадках, поставленных под водосточную трубу, мы легко можем обнаружить целые стайки маленьких серых существ, которые в спокойном состоянии держатся у поверхности воды, но при малейшей тревоге быстрыми движениями кувыркаются в воде и спасаются вглубь. Они слишком

¹ Только в Южном Приморье кулексы вместе с другими комарами оказались переносчиками опасного вируса японского энцефалита.

мелки и нежны, чтобы ловить их сачком; поэтому лучше ловить их либо половником, либо небольшой мисочкой, либо стеклянной баночкой. Завязав банку с водой и с личинками куском марли, мы можем увидеть, что через несколько дней эти личинки превратятся в таких же подвижных куколок и что затем из куколок выйдут и крылатые комары, оставив на поверхности воды пустые куколочные оболочки.

В целях борьбы с малярией бывает очень важно определить, какие именно комары развиваются в водоемах окружающей нас местности. Если мы будем уметь еще в личиночной стадии отличать малярийных комаров анофелесов от прочих комаров и обнаружим зараженные ими водоемы, тогда возможно будет принять меры и к их уничтожению, пока они еще не превратились в крылатых кусак — опасных разносчиков малярийной заразы. Школа может провести здесь большую общественно важную работу, обследовав комариное население ближайших прудов и указав местным органам здравоохранения очаги распространения малярийного комара.

Следует иметь в виду, что малярийный и обыкновенный комары различаются и по кладке яиц: обыкновенные комары откладывают яички в виде маленького, слегка вогнутого плотика, а анофелесы — поодиночке, поэтому их кладки малозаметны (рис. 247).

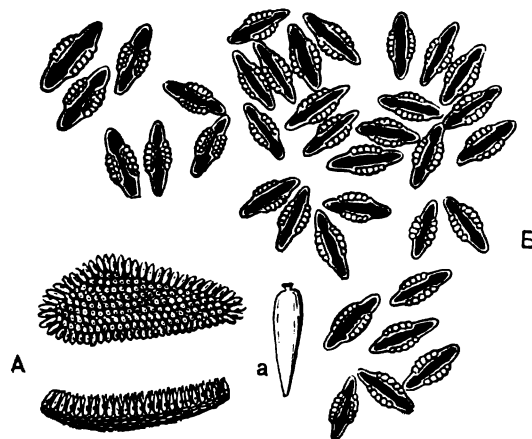


Рис. 247. Кладки яичек комаров:

А — обыкновенного; Б — малярийного; а — отдельное яйцо обыкновенного комара.

Поместив личинок в стакан, рассмотрим их строение (простым глазом и в лупу). Мы различаем у них голову, более широкую грудь (разделена ли она на отдельные членики?) и членистое брюшко, которое на конце кажется раздвоенным. Ног у личинки нет (как и вообще у личинок всех двукрылых), поэтому и плавать личинке приходится при помощи резких изгибов тела.

Наблюдения покажут нам, что личинка комара стремится к атмосферному воздуху и что вырост, отходящий от предпоследнего членика брюшка, выставляется при этом на поверхность. Сквозь тело личинки просвечивают парные дыхательные трубки (трахеи), в которых серебрится наполняющий их воздух, и мы можем проследить, откуда они начинаются и каким путем воздух проникает в тело. У обыкновенных комаров (*Culex*) их дыхательный вырост сравнительно длинный; выставив его наружу, сама личинка опускает свое тело вниз и висит под углом около 45° к поверхности воды. Гоняться за добычей ей не приходится: движение крошечных щетинок, окружающих рот личинки, загоняет в него мельчайшие организмы, живущие в воде, и еще чаще различные мертвые органические остатки.

Среди комариных личинок нам могут встретиться и такие, которые лежат в воде горизонтально почти у самой поверхности (рис. 248).

Рассмотрев такую личинку в лупу, мы увидим, почему это происходит: у этих личинок дыхательные трубки не образуют на брюшке выроста, поэтому личинке приходится прикладываться брюшком к поверхности воды и держаться почти параллельно ее поверхности. По этому признаку мы отличаем личинок малярийного комара анофелеса от личинок обыкновенных комаров. Кроме того, личинки анофелеса отличаются еще более зеленоватым цветом.

Куколки. Тут же в воде происходит и окукливание — вместо червеобразной ли-

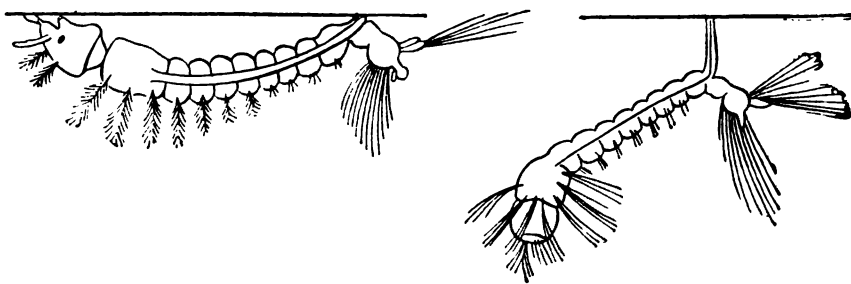


Рис. 248. Личинки комаров в их характерных позах: слева — личинка анофелеса; справа — обыкновенного комара.

чинки мы вскоре найдем в нашей банке существа, имеющие вид запятой или крошечного головастика (рис. 249, 250).

Обратите внимание на позу куколок в спокойном состоянии и на пару маленьких отростков, которые, точно рожки, торчат на спинной стороне куколки и выставляются на поверхность воды; значение их разгадать нетрудно. По форме куколки опытный глаз отличит анофелеса от обыкновенного комара: у последних эти рожки длинные, а у малярийного комара отростки короче и прямые.

Вылупляющиеся комары цепляются за свои опустевшие куколочные оболочки и держатся на этих утлых суденышках до тех пор, пока затвердеют их хитиновые покровы и дадут им возможность улететь. Это самый критический момент в жизни комара, так как уже небольшое волнение на поверхности водоема от налетевшего ветра может захлестнуть этих еще не окрепших выходцев из водной среды и сразу же прекратить их жизнь.

Автору этой книги из личных наблюдений хорошо запомнилось, как в 1910 году

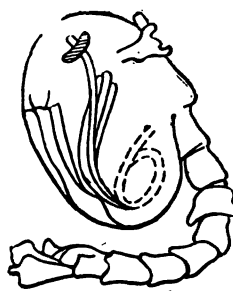


Рис. 249. Куколка анофелеса.

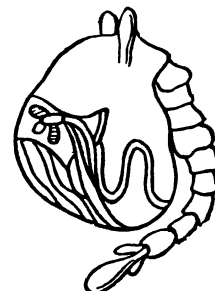


Рис. 250. Куколка обыкновенного комара.

сильный ураган, пронесшийся в мае через ряд областей средней полосы России, на целое лето избавил всю эту территорию от комаров, даже в тех местностях, где они бывали особенно обильны и назойливы.

Борьба с комарами. Как мы видели, ни личинки, ни куколки комаров не могут обходиться без атмосферного воздуха и, живя в воде, должны выставлять на поверхность отверстия своих дыхательных трубочек. Это обстоятельство и подсказывает нам меру борьбы с комарами вообще и малярийными в частности: мы можем удушить их личинок и куколок, отделив их от атмосферного воздуха слоем маслянистой жидкости, которая тонкой пленкой растекается по поверхности водоема и заклеивает высовывающиеся наружу дыхальца водяных насекомых. На этом основано нефтевание водоемов — заливка их нефтью или керосином.

Еще более радикальным средством борьбы с комарами и с распространением малярии является, конечно, осушка болот и засыпка различных ям и канав, в которых накапливается стоячая вода. Недаром именно болотистые местности и долины рек со старицами и озерами особенно изобилуют комарами, а малярия именовалась «болотной лихорадкой» и в прежнее время приписывалась «вредным испарениям», или «миазмам», поднимающимся с болота.

Виды и «расы» комаров анофелесов. То пристальное внимание, которое исследователи оказывают комарам анофелесам как распространителям малярии, привело к открытию среди них почти двух десятков новых, ранее неизвестных науке видов. А при тщательном изучении самого обыкновенного и широко распространенного малярийного комара *Anopheles maculipennis* («анофелеса пятнистокрылого») выяснилось, что на обширной территории своего ареала этот вид распадается на несколько подвидов, или «рас», которые различаются между собой некоторыми очень тонкими морфологическими признаками и еще тем, что одни из них способны развиваться и в солоноватой воде, а другие нет, и различной степенью теплолюбиво-

сти; оказались они неодинаковыми и по своему эпидемиологическому значению.

Распространение некоторых «рас» ограничивается только южными областями, но их не приходится считать настоящими географическими подвидами, так как на той же территории могут сосуществовать рядом с ними и другие «расы», менее требовательные к теплу, а потому и более широко распространенные. Поэтому возможно, что в действительности они стали теперь уже не «расами», а отдельными видами — биологическими видами (термин, еще в начале нашего столетия предложенный проф. Н. А. Холодковским для обозначения форм, почти неотличимых по внешнему виду, но обособленных биологически и физиологически).

Личинки комаров-«вегетарианцев»

Прозрачные личинки комара-коретры. Среди пойманных в пруду живых существ у вас могут оказаться прозрачные, как будто стеклянные, безбогие личинки с двумя парами просвечивающих воздушных пузырьков — остатков исчезнувших трахейных трубочек (рис. 251). Это личинки так называемых *перистоусых комаров* (*Corethra*, или *Choaborus plumicornis*).

Отсаженная в отдельную банку личинка коретры представляет собой интересный объект для самостоятельных наблюдений: стекловидная прозрачность — редкое среди пресноводных животных защитное приспособление; остатки трахейной системы в роли плавательных пузырей, приводящих тело личинки к «невесомости» в водной среде (отсюда ее своеобразная поза); пучок жаберных выростов на заднем конце тела; черные глаза «невидимки»; питание мелкими, планктонными организмами; превращение в куколку.

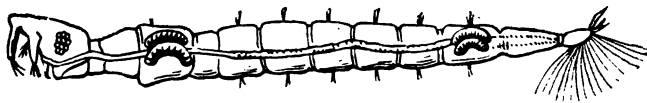


Рис. 251. Личинка коретры (увеличено).

Красные личинки комара-дергуна. На илистом дне прудов живут ярко-красные безногие личинки, хорошо известные рыболовам и любителям аквариумов под именем «мотыля». Наверх они не поднимаются и дышат непосредственно через кожные покровы (обратите внимание на пучок жаберных выростов на переднем конце тела личинки). Поглощению кислорода из воды способствует присутствие в крови гемоглобина, который и придает «мотылю» красный цвет (вспомним гемоглобин в крови червей-трубочников).

После стадии куколки из «мотыля» получаются те безобидные для нас комары-дергуны, или толкуны, появление которых предвещает наступление хорошей погоды, когда они огромными стаями ведут в воздухе свои бесконечные хороводы.

МУХИ — СОЖИТЕЛИ ЧЕЛОВЕКА¹

Обыкновенная комнатная муха

Приспособительные признаки мухи. Если рассмотреть голову *обыкновенной мухи* (рис. 252), легко понять, почему бывает невозможно незаметным образом подобраться к этому насекомому даже сзади: большие сложные глаза покрывают у мухи почти всю голову и видят во все стороны. А зная, как быстро собираются мухи, когда на столе появляется что-нибудь съестное, какими густыми стаями они наполняют наши кухни и как являются неведомо откуда на свежую кучу помоя или каких-либо отбросов, можно заключить, что у них хорошо развито и чувство обоняния. И действительно, хотя усики у мухи и короткие, они снабжены перистыми придатками (рассмотрите в лупу!), которые увеличивают их поверхность.

Ротовые части образуют хоботок в виде мягкой трубочки (рис. 252), через которую муха втягивает внутрь жидкую пищу. А для того чтобы воспользоваться твердой пищей (например, сахаром или хлебом), муха выпускает через хоботок

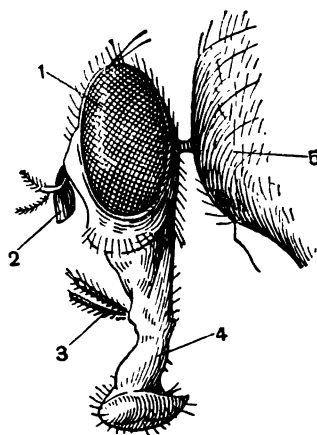


Рис. 252. Голова и хоботок мухи (увеличено):

1 — глаза; 2 — усики; 3 — челюстные щупальца; 4 — хоботок; 5 — переднегрудь.

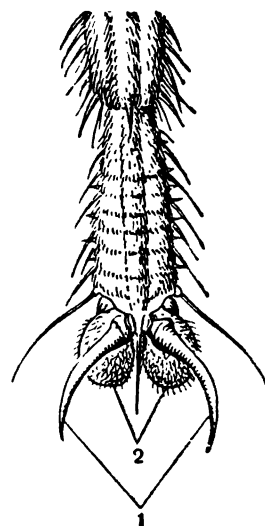


Рис. 253. Лапка комнатной мухи (увеличено):

1 — коготки; 2 — прилипающие подушечки.

капельку слюны: слюна растворяет сахаристые вещества и муха может всосать их внутрь.

Муха очень подвижное насекомое: она хорошо летает и проворно ползает. Способность мух держаться и бегать на оконных стеклах или на потолке зависит от того, что каждая лапка у них кончается, кроме двух коготков, еще парой «прилипающих подушечек», которые всегда бывают влажными благодаря выделяющейся из них жидкости (рис. 253).

Вред, причиняемый мухами. Кроме наших пищевых продуктов, мухи питаются и другими жидкими или полужидкими веществами, в том числе и совершенно для нас неаппетитными. Возвращаясь затем снова к нам на стол и разгуливая по тарелкам, по хлебу и сахару, мухи оставляют повсюду «насиженные» ими мелкие пятна — либо отрывку изо рта, либо свои испражнения. И на теле мух (особенно на их лапках и на хоботке) и на тех предметах, на которых они посидели, были найдены самые разнообразные болезнетворные микробы и микроскопически мелкие яйца паразитических червей. Это и не удивительно, так как мухи садятся и на испражнения тифозных и холерных больных или больных, зараженных глистами или

¹ См.: Н. М. Сухова, Синантропные мухи, М., изд. АМН СССР, 1952.

страдающих кровавыми поносами, и на плевки чахоточных, и на гнойные раны, и на разлагающуюся падаль. Энтомолог Говард предлагал даже переименовать обыкновенную муху и назвать ее «тифозной мухой», чтобы само название напоминало бы о ее опасности. Было замечено, что детская смертность от поносов всего больше увеличивается в августе, то есть как раз тогда, когда мухи бывают особенно многочисленными.

Значит, мухи оказываются для нас не только очень надоедливыми сожителями, нарушающими наш покой, но и опасными врагами нашего здоровья, которых нужно всячески истреблять, а главное не давать им соприкоснуться с нашей провизией. Для защиты от мух применяются сетки в окнах, марлевые покрывала и колпаки из металлической сетки. Для вылавливания мух применяют специально изготовляемую для этого липкую бумагу и особые проволочные или стеклянные ловушки, из которых попавшие туда мухи не могут выбраться. Истребляют мух также при помощи отравляющих веществ, выставляемых в виде водных растворов на тарелках или блюдах¹. Наиболее же действенными мерами для борьбы с мухами будут те, которые препятствуют мухам плодиться возле человеческих жилищ.

Развитие мухи. Весной перезимовавшие самки мух откладывают яйца в различные гниющие отбросы, в конский навоз и в выгребные ямы, наполненные нечистотами. Вскоре в этих отбросах и нечистотах начинают копошиться белые червеобразные личинки, лишенные не только ног, но и ясно выраженной головы (рис. 254). Такое упрощение строения оказывается здесь возможным потому, что личинки мух целиком погружены в готовую пищу и им не приходится отыскивать себе корм. Тело личинки расширяется к заднему

¹ Для отравления мух применяют подслащенную воду или молоко с прибавкой формалина (одна чайная ложка на чашку жидкости), подслащенную вытяжку из свежих грибов-мухоморов или специально продаваемую бумагу для уничтожения мух, пропитанную ядовитыми веществами, смоченную в воде. При применении отравленных приманок необходимо следить, чтобы издохшие мухи не были склеваны курами (лучше всего их сжигать).

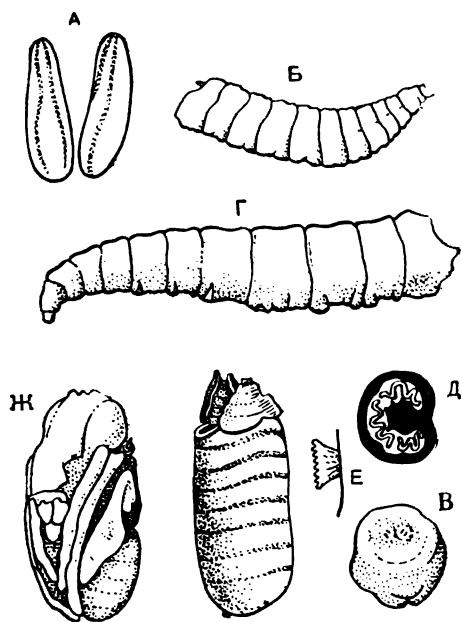


Рис. 254. Развитие комнатной мухи:

А — яйца; Б — молодая личинка; Б' — задний конец личинки 2-го возраста; Г — зрелая личинка; Д — ее заднее дыхальце; Е — ее переднее дыхальце; Ж — куколка; рядом с ней пустая оболочка ложного кокона.

концу, на котором расположена пара дыхательных отверстий. Поэтому, копошась в нечистотах, личинки выставляют задний конец тела на поверхность (ср. с водными личинками насекомых).

Своеобразно происходит у мух превращение в куколку: личиночная кожа при этом не сбрасывается, как это бывает у других насекомых, а только отстает от тела, подсыхает и буреет, образуя вокруг куколки защитный футляр, который заменяет для нее кокон. Если осторожно вскрыть сухую оболочку этого «ложного кокона», или «бочонка», мухи, внутри обнаружится уже настоящая куколка.

Все развитие мухи от яйца до взрослой формы продолжается около 20 дней, так что за время от весны до осени успевает смениться 7—8 поколений. При такой скорости развития и при огромной плодовитости мух (каждая самка откладывает 500—600 яиц) количество мух с каждым летним месяцем увеличивается до колоссальных размеров, но осенью среди них развивается большая смертность. Тогда на оконных стеклах, на зеркалах или про-

сто на стенах мы можем видеть много мертвых мух с раздутым брюшком, прикрепленных к стеклу или к стене тончайшими белыми нитями, расходящимися от мухи в виде сияния; это мухи, которые были заражены паразитическим грибом эмпузой. Теперь стоит другой мухе проползти по такому лучистому «сиянию», как и она заражается спорами грибка и вскоре погибает, распространяя заразу среди мух все шире и шире. Благодаря этому грибку и другим врагам мух, количество их осенью резко убывает и еще более уменьшается во время перезимовки. Но на следующую весну уцелевшие самки дадут начало новым поколениям мух и количество их возрастает снова.

Так как личинки мух развиваются в навозе и в нечистотах, то наиболее действенная мера для борьбы с ними — это удаление от жилищ всяких гниющих отбросов и нечистот и санитарное устройство отхожих мест, помоек и мусорных ящиков, которые должны закрываться плотными крышками. В ямах с нечистотами личинок мух уничтожают нефтеванием, а в навозе — при помощи хлорной извести или раствора железного купороса.

Другие мухи в наших жилых помещениях

Муха-жигалка. К осени вместе с обыкновенными комнатными мухами часто встречаются очень похожие на них *мухи-жигалки* (рис. 255), которые питаются кровью и, нападая на человека и домашних животных, наносят очень чувствительные уколы (отсюда и название «жи-



Рис. 255. Муха-жигалка (увеличено в 3 раза).

галка»). Люди, незнакомые с зоологией, иногда полагают, что это их кусают обыкновенные мухи, «озлившиеся» перед смертью; на самом же деле мухи-жигалки составляют совершенно особый вид и даже относятся к другому роду. Жигалку можно отличить от обыкновенной комнатной мухи по торчащему вперед колющему хоботку.

Вред, причиняемый жигалками, выражается не только жгучей болью от их укусов: перелетая с заболевшего животного на здоровое или на человека, жигалки переносят на своем хоботке микробы сибирской язвы и бактерии, вызывающие нагноения, и таким образом способствуют распространению болезней.

Синяя падальная муха. Нередко встречается и в комнатах и около жилищ крупная *падальная муха*, у которой тело синеватого цвета с металлическим блеском. Она откладывает яйца на мясо и на падаль; ее личинки и есть те «черви», о которых в прежние времена полагали, будто они каким-то образом сами собой «заводятся» в испорченном мясе и в трупах.

Серая муха-мясоедка. *Мясоедка* также довольно крупная муха, она серого цвета, с красноватыми глазами. В отличие от ранее упомянутых мух, самки мясоедки не откладывают яиц, а выбрасывают в нечистоты или в испорченное мясо и падаль уже готовых довольно бойких безногих личинок.

Слепни и оводы — вредители животноводства

Слепни. В жаркие летние дни сильно досаждают своими укусами и людям и животным различные виды *слепней* — кровососущие двукрылые насекомые, по складу тела похожие на мух и обладающие крупными блестящими глазами и острым колющим хоботком (рис. 256).

Личинки слепней живут в сырой почве и ведут там хищный образ жизни. Там же они после перезимовки и окукливаются.

Для истребления слепней И. А. Порчинским уже давно предложена своеобразная мера, основанная на том, что в жаркие дни слепней привлекают большие

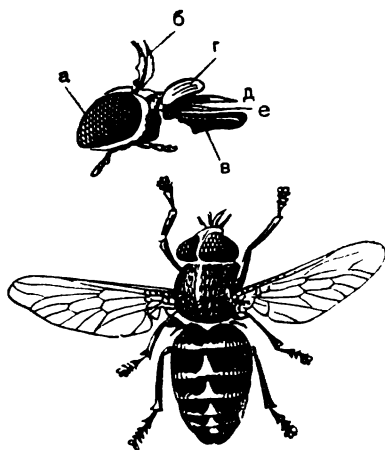


Рис. 256. Слепень бычий.

Вверху — голова (увеличено): а — глаз; б — усики; в — хоботок; г — щупальца; д и е — колючие щетинки.

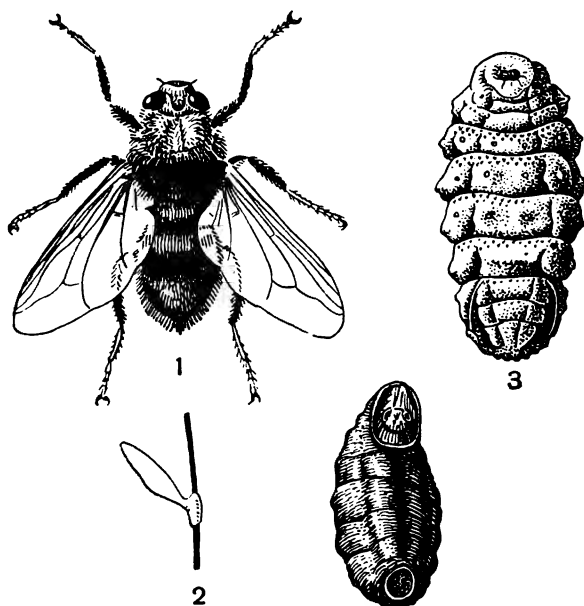


Рис. 257. Кожный овод бычий:

1 — самка; 2 — яйцо, отложенное на шерсть скота; 3 — личинка; 4 — куколка.

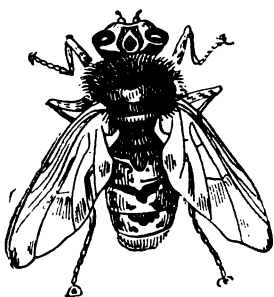


Рис. 258. Желудочный овод лошади.

лужи, подолгу застаивающиеся по лесным дорогам или опушкам. Слепни с налету касаются поверхности лужи и, захватив хоботком глоток воды, тотчас же снова поднимаются в воздух; при этом тело их водой не смачивается и к луже не прилипает. Но если на такую лужу плеснуть немного керосина, который тонкой пленкой расплывается по ее поверхности, то слепням уже не удастся оторваться от лужи: керосин попадает в их дыхальца и слепни гибнут в таких «лужах смерти» в огромных количествах.

Оводы. Слепней иногда неправильно называют оводами. Однако *оводы* составляют другую группу двукрылых насекомых, и их не следует смешивать со слепнями, так как они резко отличаются от них и по образу жизни и по характеру приносимого ими вреда.

В отличие от слепней, оводы во взрослой стадии совсем не принимают пищи (ср. с бабочками-шелкопрядами) и преследуют животных вовсе не с тем, чтобы насосаться их крови, а для того, чтобы пристроить свое потомство, так как личинки оводов живут паразитами в теле различных млекопитающих.

Самка *бычьего*, или *кожного*, овода откладывает яички на ногах или на брюхе крупного рогатого скота, прикрепляя их к волоскам шерсти (рис. 257). Вылупившиеся личинки вбуравливаются через кожу в тело животного и, наконец, добравшись до его спины; здесь они и остаются до окукливания. От присутствия паразита под кожей образуется нагноение в виде крупного желвака с большим отверстием, или свищем. Через это отверстие личинка дышит, а затем, достигнув зрелости, выбирается наружу, падает на землю и здесь окукливается.

Присутствие личинок беспокоит животных и уменьшает удои коров, а вызванные ими свищи понижают ценность кожи.

Мера борьбы — регулярно повторяемая каждую неделю чистка шерсти коров для удаления яичек и новорожденных личинок и выдавливание личинок из образовавшихся под кожей опухолей.

Самки *желудочного лошадиного овода* откладывают яички на шерсть лошадей

(рис. 258). Когда лошадь расчесывает зубами свою кожу или кожу другой лошади (такого рода «дружеские услуги» часто можно видеть у лошадей), из зрелых яиц выходят личинки, которые попадают лошади в рот, а затем и в желудок. Здесь они плотно вцепляются в стенки желудка, питаются слизью и кровью и растут в течение нескольких месяцев, сильно истощая своего «хозяина». Зрелые личинки отцепляются от стенок желудка, выносятся вместе с испражнениями на землю и здесь окукливаются.

Для предохранения лошадей от заражения желудочным оводом следует в летнее время, когда летают оводы, еженедельно чистить их шерсть жесткой щеткой.

Так называемый *русский овод* паразитирует в личиночной стадии в носовой полости и в гортани лошадей, вызывая у них явления, очень похожие на заболевание сапом. Заражение происходит здесь таким образом: самка овода вьется около головы лошади и, уловив удобный момент, впрыскивает ей в ноздрю или в глаз порцию готовых живых личинок. Подобным же образом самки *овечьего овода* заражают своими личинками овец.

НАСЕКОМЫЕ — ПАРАЗИТЫ ЧЕЛОВЕКА

Наши неприятные сожители — *клопы*, *блохи* и *вши* — заслуживают изучения и как пример приспособления насекомых к паразитическому образу жизни и как опасные враги, которые не только докучают человеку своими укусами, но оказываются, кроме того, распространителями тяжелых заболеваний.

Постельный клоп. *Клопы* беспокоят нас по ночам, а днем и при искусственном освещении прячутся в щели и складки близ наших постелей (рис. 259). Здесь же они откладывают и свои яички, из которых затем выходят маленькие беловатые клопик с длинными и острыми хоботками, способные и в раннем возрасте прокалывать нашу кожу и сосать кровь (превращение у клопов неполное, и личинки их ведут тот же образ жизни, что и взрослые).

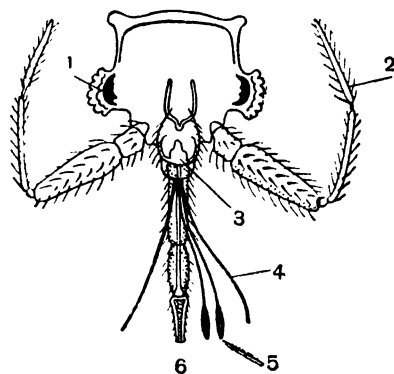


Рис. 259. Голова и ротовые части клопа:

1 — глаза; 2 — усики; 3 — верхняя губа; 4 — верхние челюсти; 5 — нижние челюсти; 6 — нижняя губа.

Обитая в теплых человеческих жилищах, клопы плодятся во всякое время года, но продолжительность развития зародышей и личинок зависит от окружающей температуры. Так, в жаркую летнюю пору и при беспрепятственном питании развитие клопа от момента откладки яйца до взрослого состояния завершается в 5—6 недель, а при пониженной температуре и при голодовке затягивается на несколько месяцев (клопы и их личинки способны голодать от полугода до полутора лет). В нетопленых помещениях клопы способны переносить и зимние морозы, но погибают в условиях холодной сырости (такое явление можно было наблюдать в военное время в городах, страдавших от недостатка топлива).

От огромного большинства других видов клопов, живущих в условиях дикой природы, наш *постельный клоп* отличается полным отсутствием крыльев. Живя и размножаясь возле постели человека, который по ночам служит ему постоянным источником питания, клоп не имеет необходимости совершать перелеты в поисках корма, а от опасностей спасает его скрытый образ жизни: при освещении он прячется, а на человека нападает во время сна, когда спящий не чувствует укусов, или в темноте, когда он не может уничтожить своего мучителя.

Постельные клопы подозреваются также и в передаче некоторых инфекционных болезней (возвратного тифа, туберку-

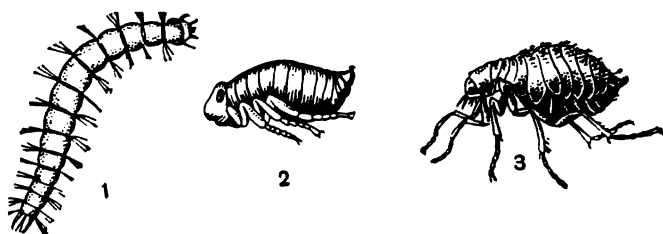


Рис. 260. Блоха (3), ее личинка (1) и куколка (2).

леза), хотя прямыми наблюдениями или опытами это пока еще не подтверждено.

Для истребления клопов в настоящее время применяют дусты ДДТ и гексахлорана или жидкости, представляющие собой раствор ДДТ в керосине и убивающие и самих клопов и их яички. Применяется и старое средство — пиретрум («персидский порошок»). Очень хорошие результаты для истребления клопов и особенно их молоди дает обработка всяких щелей и труднодоступных закоулков горячим паром. Раньше клопов уничтожали посредством окуливания серой, предварительно плотно закрыв помещения и замазав и заклеив все щели (от этого способа пришлось отказаться, так как ядовитый сернистый газ портит металлические вещи и цветные материи).

Блохи. Поведение *блохи* отличается от поведения клопа: она гораздо проворнее в своих движениях и нападает на человека не только ночью, но и днем. Если пойманную блоху умертвить, погрузив ее в спирт, то в сильную лупу можно рассмотреть ее внешнее строение (рис. 260). Тело блохи одето

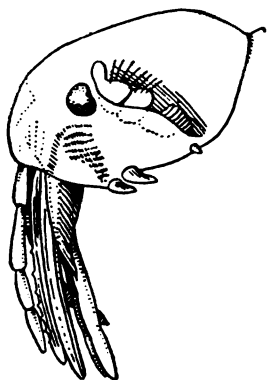


Рис. 261. Голова и ротовые части блохи.

твердым и гладким хитином; оно несколько сжато с боков, расположенные на нем щетинки направлены назад, а лобная часть головы, прикрывающая ротовые части (рис. 261), служит своего рода тараном, пробивающим блохам дорогу в густой шерсти млекопитающих (человеческая блоха легко переходит на собак, а собачья — на че-

ловека; отсюда ясно, что строение блох исторически сложилось в условиях густого шерстного покрова на теле млекопитающих). Мускулистые задние ножки помогают блохе ускользать от опасности, а пойманную блоху, в отличие от клопа, не удастся раздавить пальцем, что зависит от прочности ее хитина и округлой формы ее тела.

Таким образом, по сравнению с клопом блоха оказывается более совершенно приспособленной к своему паразитическому образу жизни.

Скопление грязного белья или тряпья, набитые жирной грязью щели в полу или комнатный сор, смешанный с сырыми опилками, представляют блохам удобные места для откладки яичек. Через несколько дней из яичка выходит маленькая безногая, червеобразная личинка, питающаяся разлагающимися органическими веществами (рис. 260). Приблизительно на 12-й день личинка окукливается (превращение у блох полное — рис. 260), а еще через полторы недели из куколки выходит взрослая блоха.

Другой близкий вид — *собачья блоха* в больших количествах держится в густой шерсти собак и кошек, но может с этих животных переходить на человека. Огромную опасность представляют блохи, переходящие на человека с крыс и некоторых других грызунов, болеющих чумой и в свою очередь заражающихся друг от друга при посредстве тех же блох.

Для уничтожения блох и их личинок применяют ДДТ и порошок пиретрума. Содержание жилища в чистоте лишает блох тех условий, в которых развиваются их личинки. Для истребления личинок, которые могут оказаться в грязных щелях пола и плохо прометаемых закоулках, эти места следует промазывать керосином, скипидаром или особой жидкостью, специально продаваемой для уничтожения «бытовых» насекомых.

Вши. *Головная вошь* и *платяная вошь* являются уже не временными, а постоянными паразитами, у которых все их развитие происходит на теле их хозяина — человека. По внешнему виду обе формы похожи между собой (рис. 262), но местопребывание их различно: первая жи-

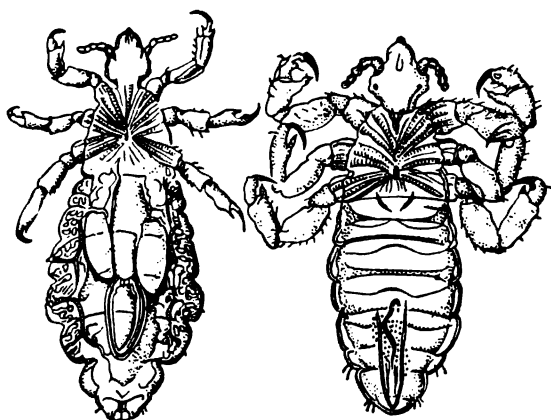


Рис. 262. Головная и платяная вши.

вет на покрытых волосами частях головы и там же приклеивает к волосам свои довольно крупные яички — так называемые «гниды» (рис. 263); вторая питается кровью на теле человека, держится главным образом на ткани белья и здесь же, в складках белья, приклеивает свои яички-гниды (рис. 263). Строение лапок, заканчивающихся сильными крючкообразными коготками, позволяет головной вши крепко держаться на волосах головы, а платяной — на волокнах тканей белья. Развитие происходит без заметных превращений, и дней через 8 после вылупления из яйца вши уже способны размножаться. Так как взрослые вши живут 1—1,5 месяца, то к концу своей жизни одна самка может дать около 4 тысяч потомков.

Главнейшим средством для борьбы со вшивостью является опрятность, и потому в культурных странах вши гораздо менее распространены, чем среди малокультурных и отсталых народностей. Различные общественные бедствия, массовые переселения, военные походы и другие обстоятельства, когда большие количества людей принуждены бывают ютиться в тесноте и в грязи, не имея возможности заботиться о чистоте своего тела и одежды, всегда сопровождаются увеличением вшивости. Старое народное поверье, будто вши сами собой «заводятся» у людей под влиянием душевных огорчений, основано на том, что сломленный каким-нибудь несчастьем человек опускается и перестает соблюдать необходимую опрятность.

Вред от вшивости далеко не ограничивается тем мучительным зудом и кожными заболеваниями, которые вызываются их укусами: вши представляют огромную опасность как переносчики сыпного тифа. С давних пор было известно, что те же самые антисанитарные условия, которые способствовали распространению платяных вшей, неизменно вызывали эпидемии сыпного, или «голодного», тифа, уносившие огромное количество жертв; однако возбудитель этой болезни и пути ее распространения были открыты только в сравнительно недавнее время. Исследования врачей во время первой мировой войны 1914—1918 гг. показали, что там, где не было вшей, сыпной тиф переставал быть заразной болезнью, даже если здоровые спали на нарах рядом с больными; следовательно, заражение сыпным тифом передается от одного человека другому только через укусы вшей. Кроме того, вши являются переносчиками и возвратного тифа.

Таким образом, вошь в нашем быту представляет крупную опасность и борьба с ней составляет одну из важнейших задач в деле оздоровления населения нашей страны и сохранения боевой силы армии.

«Переделка» головной вши в платяную. Линней объединял и головных и платяных вшей под общим видовым названием *Pediculus humanus* («вошь человеческая»). Однако позднейшие зоологи четко различали эти две формы, различия между собой и по форме тела, и по окраске, и по месту обитания на человеческом теле, и даже по способу откладки яиц. Различало их и население, пропуская именуя платяных вшей «блондинками», а головных — «брюнетками». Словом, было полное основание считать обе эти формы «хорошими видами», то есть видами, вполне

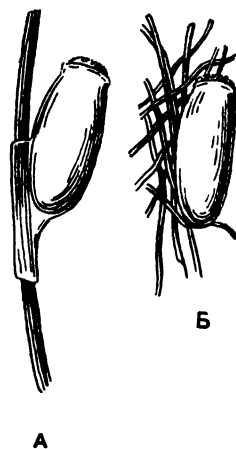


Рис. 263. Яйца («гниды») вшей (сильно увеличено): А — головной; Б — платяной.

обособленными и хорошо различимыми (рис. 262).

Однако еще в 1917 году были опубликованы результаты опытов Сикоры по «переделке» головной вши в платяную. Сущность эксперимента заключалась в том, что головных вшей помещали в миниатюрную клеточку, не имеющую снизу дна, и клеточку эту прибинтовывали к плечевому суставу «хозяина», заставляя паразитов жить и питаться в необычной для них обстановке. Вши размножались и в этих условиях, причем по своим признакам они из поколения в поколение приближались к платяной вше, а через 5—10 поколений потомки подопытных головных вшей становились уже настоящими платяными вшами.

Эксперименты Сикоры были у нас повторены профессором В. В. Алпатовым, который обнаружил, что у «переделанных» вшей изменился и способ прикрепления гнид.

Хотя обратного эксперимента — по переделке платяной вши в головную, по видимому, еще не было проведено (очевидно, из-за технической трудности его постановки), однако и полученные результаты говорят о том, что головная и платяная вши — это не обособленные виды, а только две различные формы существования одного вида, для которого и пришлось восстановить старое линнеевское название «вошь человеческая». По-видимому, эти две формы существования вшей аналогичны стадной и одиночной фазам у саранчи, также переходящим одна в другую при изменении условий жизни (см. стр. 224). Приходится вспомнить также и о старых опытах Шманкевича над жаброногими рачками *Artemia salina* (см. стр. 156—158).

Помимо большого теоретического интереса, результаты опытов по переделке головной вши в платяную приобретают значение и для эпидемиологии. Дело в том, что при борьбе с сыпным тифом почти все внимание направлялось на истребление платяных вшей, тогда как головная вошь оставалась в стороне, не возбуждая особых опасений.

Теперь, когда доказано видовое единство обеих форм, есть основание предпо-

лагать, что при каких-то изменившихся условиях энтомофауна человеческой шевелюры может выйти из своих дебрей и принять участие в распространении сыпного и возвратного тифа.

Общие выводы о паразитизме насекомых. На разобранных нами примерах насекомых, питающихся человеческой кровью, можно проследить, как в различных группах этого класса независимо шло приспособление к паразитизму за счет человека.

Еще ранее мы ознакомились с *комарами*, которые держатся в безлюдных местах, в основном питаются растительными соками и лишь самки их должны насытиться крови в период, предшествующий размножению. И мы видим, что эти кровопийцы выдают свое приближение невыгодным для них «писком», или «звоном», при укусе причиняют излишнюю боль, заставляя стонать или убивать их и легко погибают от нашей руки благодаря нежности своего телосложения. Отсюда видно, что комары только недавно и лишь частично (только самки) перешли к питанию кровью и еще не успели выработать на этом пути особых приспособлений.

Гораздо более значительную специализацию мы находим у *постельного клопа*, который питается уже исключительно кровью своего хозяина, живет в непосредственной к нему близости и от клопов, обитающих в условиях дикой природы, отличается отсутствием крыльев и особыми инстинктами. Однако и постельный клоп не остается постоянно на теле своего хозяина и только по ночам приходит туда кормиться; его защитные приспособления оказываются довольно относительными, так как ворочающийся во сне или почесывающийся хозяин нередко давит своих кровопийц, от которых остаются тогда на белье кровавые пятна. Отвратительный запах потревоженного или раздавленного клопа едва ли имеет для него какое-нибудь жизненное значение, но происхождение его понятно, если мы вспомним, что подобным же запахом обладают и «дикие» клопы (огородные, древесные, ягодные) и что для них он служит защитой, делающей их несъедобными для большинства преследователей. Следовательно, перед нами признак, унаследованный по-

стельным клопом от его предков, но для него уже потерявший защитное значение.

О том, как именно начался в процессе эволюции переход клопов к паразитическому образу жизни, позволяют судить наблюдения над некоторыми современными хищными клопами, которые днем прячутся под корой и в трещинах, ночью охотятся за насекомыми, а при случае нападают и на человека.

Блохи, как мы уже видели, во взрослом состоянии более тесно связаны с человеческим телом, чем клопы, и приспособленность к паразитическому существованию выражена у них более полно, так как «хозяину» нелегко поймать и уничтожить взрослую блоху и почти невозможно добраться до ее яиц, личинок и куколок. Такая специализация привела не только к утрате крыльев, но и к целому ряду других изменений в строении тела этих паразитических насекомых, которых из-за этого приходится выделить в особый отряд — *отряд блох* (одни исследователи считают эту группу специализированной ветвью, отделившейся от отряда жуков, а другие связывают ее с отрядом двукрылых).

Наконец *вши* оказываются уже постоянными паразитами, у которых все их развитие связано с телом их хозяев. В связи с этим и вся организация вшей получила ряд своеобразных особенностей, свидетельствующих о том, что эта паразитическая группа уже с давних времен пошла своим особым путем развития.

ПЧЕЛЫ, ОСЫ, МУРАВЬИ

Домашняя пчела

«Пчеловодство представляет собой благороднейшее занятие для мыслящих людей. Благовидность существования пчел, любопытнейшие в них явления, отличная изящность их произведений, легкость и приятное малоделие при их содержании и управлении и значительный доход, ими доставляемый, без отягощения других, — все это должно привлекать каждого хозяина к пчеловодству и возбуждать желание завести пчел».

Так еще в 1830 году писал основоположник рационального пчеловодства и изобретатель первого разборного улья Петр Иванович Прокопович¹.

Пчела с незапамятных времен сделалась домашним животным человека, который предоставлял пчелиной семье подходящее для нее помещение и взамен пользовался доставляемыми ею продуктами — медом и воском.

Древнейшие исторические известия о наших предках — славянах указывают, что мед и воск вместе с мехами были у них главным предметом торговли. В те времена еще не устраивали пасек и человек предоставлял пчелам только дупла лесных деревьев — так называемые «борти», откуда этот первобытный способ пчеловодства и называется *бортничеством*. Таким образом, у древних славян и звероловство и пчеловодство были связаны с лесом, а продукты, доставляемые этими промыслами, давали обильный материал для торговли с иноземцами, которая в свою очередь вызвала возникновение торговых поселений, куда сходились звероловы и бортники. Из этих торговых «погостов», служивших посредниками между местными промышленниками и иностранным рынком, по речным путям возникли наши древнейшие города — Киев, Смоленск, Чернигов, Новгород. Медом и воском в старину платили дань, подати и налоги; за похищение пчел старинное «бортное право» карало смертью, и это показывает, какое важное значение имело пчеловодство в народном хозяйстве того времени. Тогда повсеместно мед заменял собою наш теперешний сахар, а воск давал лучший в то время материал для освещения.

Позднее пчеловоды стали предоставлять пчелам специально устроенные ульи в виде выдолбленных дуплянок или колод, и по мере вырубki лесов прежнее бортничество стало вытесняться пасечной системой. Простые ульи-колоды в начале нашего столетия еще встречались в крестьянском хозяйстве, особенно в глухих и отдаленных местностях нашей страны.

¹ П. И. Прокопович, Избранные статьи по пчеловодству, М., Сельхозгиз, 1960.

По существу, эти старинные ульи мало чем отличались от лесного дупла, и поэтому внутренняя жизнь пчелиной семьи оставалась невидимой для пчеловода. Пчеляк не знал образа жизни того одомашненного животного, с которым он имел дело; он не мог направлять по своему усмотрению деятельность пчел, а добывая из улья соты с медом, он попросту грабил пчел, производя огромные опустошения в пчелиной семье. В таком первобытном виде пчеловодство не могло удержаться при новых экономических условиях. С развитием техники у меда и воска появились очень серьезные конкуренты, и это обстоятельство заставило искать более правильных приемов пчеловодного хозяйства.

В начале XIX века украинский помещик Петр Иванович Прокопович впервые применил изобретенный им разборный улей, и вскоре и на Западе появились и получили широкое распространение рамочные ульи различного устройства, которые в конце прошлого столетия постепенно вошли в практику и наших отечественных пчеловодов. Разборные рамочные ульи дали возможность следить за работой пчел и полнее использовать их продукцию, не причиняя вреда населению улья. Теперь на смену дедовскому пчеловодству с ульями-колодами и неграмотным пчеляком пришло пчеловодство рациональное, с разборными рамочными ульями и с научно обоснованными приемами.

Раскрывающиеся или остекленные ульи, позволявшие наблюдать за жизнью и деятельностью пчел, устраивали и некоторые западноевропейские исследователи — современники Прокоповича, но только наш отечественный пчеловод поставил перед собой и успешно разрешил практическую задачу — создать «учение о пчелах на таких основаниях, чтобы, не умерщвляя их и даже поддерживая их существование разными верными средствами и способами, навсегда сохранить каждое пчелиное семейство. Или, другими словами, когда улей насажен пчелами, то они должны быть в нем беспеременно».

Являясь теперь одной из подсобных отраслей сельского хозяйства, правильно поставленное пчеловодство позволяет нам «выкачивать» и использовать для народ-

ного питания те огромные количества сахаристых веществ, которые в виде маленьких капелек сладкого нектара вырабатываются бесчисленным множеством отдельных цветков по обширным луговым пространствам, по лесосекам, плодовым садам, гречишным полям и липовым насаждениям нашей страны.

Однако полезная для нас деятельность пчелы далеко не ограничивается непосредственно даваемой ею продукцией — медом и воском. Посещая цветки, пчелы производят их перекрестное опыление и этим повышают урожаи, собираемые с плодовых деревьев, ягодников и с посевов гречи, а теперь, в результате применения особой «дрессировки» (о ней см. далее, на стр. 271), пчелы используются также и для опыления цветков красного клевера, которые обычно не посещаются пчелами из-за большой длины их трубчатых венчиков. И теперь именно эта сторона деятельности пчел приобретает особенно важное значение в общей системе нашего сельскохозяйственного производства.

Вместе с тем изучение жизни пчел, ставшее доступным при разборных рамочных ульях, открывает перед наблюдателем ряд чрезвычайно интересных и своеобразных биологических явлений, которых мы не встречаем у животных других групп.

Состав пчелиной семьи. В отличие от большинства других насекомых, пчелы живут большими семьями, в которых насчитывается от 10 до 50 тысяч особей, а иногда и еще больше. Семья пчел иначе называется роем.

Огромное большинство населения улья состоит из рабочих пчел (рис. 264). По своей природе рабочие пчелы — это самки, но самки очень своеобразно специализированные: органы размножения у них развиты слабо, и они только в редких случаях бывают способны откладывать яйца (из которых выходят исключительно самцы-трутни); главное же их назначение состоит в том, что они сообща выполняют все работы по улью и при помощи своего ядовитого жала защищают его от непрошенных посетителей.

Но, кроме бесплодных рабочих пчел, в пчелиной семье обязательно должна быть

одна плодная самка — матка (рис. 264), которая, напротив, утратила способность к работе, не имея необходимых для этого приспособлений, и специализировалась только на откладке яиц: она «червит» (т. е. производит потомство) в продолжение нескольких лет, откладывая в теплое время года по 2—3 тысячи яиц за день. Строение тела матки соответствует ее деятельности, и ее легко отличить от рабочей пчелы по длинному брюшку, заключающему в себе сильно развитые яичники.

В летнее время в пчелиной семье бывает несколько сотен самцов, или трутней. Это крупные пчелы, неспособные жалить (жало у пчел и ос есть измененный яйцеклад, и им могут обладать только самки); они живут за счет пчелиной семьи и также утратили способность работать и самостоятельно добывать себе пищу (рис. 264). Это зависит не от «лени» трутней, а от особенностей их организации: у них нет приспособлений для сбора нектара или пыльцы. Трутней легко узнать по их коренастому сложению и величине их сложных глаз, которые облегают у них почти всю голову (ср. с сильным развитием усиков у самцов шелкопрядов).

Роение пчел. К началу лета в улье начинают появляться молодые пчелы и население его сильно увеличивается. Первые дни после выхода из куколки молодые пчелки проводят внутри улья, а через неделю вылетают «на проигру»: в полуденные часы они кружатся около улья, «облетываются» и «запоминают» местоположение улья и вход в него. В улье становится тесно, и семья готовится к разделению. Появляются трутни — первые вестники приближающейся роевой поры. Вскоре среди пчел начинается волнение и суеда: из куколки должна выйти новая матка. Но прежде чем это произойдет,

старая матка вместе с частью рабочих пчел покидает улей: пчелы роятся. Некоторое время вылетевший пчелиный рой кружится в воздухе и затем огромным

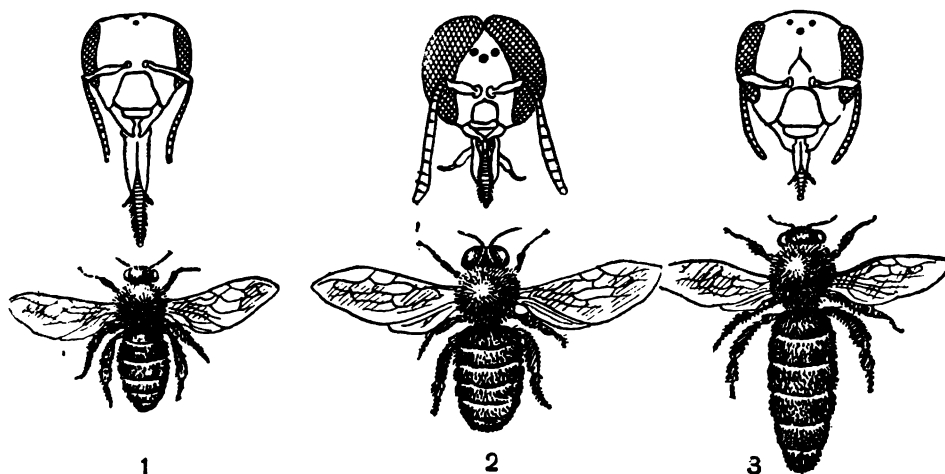


Рис. 264. Обыкновенная пчела:

1 — матка; 2 — рабочая пчела; 3 — трутень. Вверху изображены их головы.

клубком в $1-1\frac{1}{2}$ кг повисает где-нибудь на дереве или кустарнике.

С наступлением роевой поры пчеловоду приходится быть начеку и внимательно следить за поведением пчел, чтобы не упустить и не потерять роя. Он должен его вовремя заметить и умело снять в подставленную «роевню» (корзина или решето с высокими стенками, продолжающимися в холстину, которую можно завязать, чтобы не выпустить пчел). Роевню с пчелами выдерживают некоторое время в прохладном и темном помещении, а затем рой сажают в заранее заготовленный улей. Если пчеловод не снимет рой, пчелы найдут какое-нибудь дупло и поселятся в нем, возвращаясь к состоянию диких пчел (рис. 265).

В улье, из которого вылетел рой-первак, вскоре выводится молодая матка, которая стремится уничтожить своих будущих соперниц, пока те еще не выбрались из своих детских колыбелей — маточников. Однако если оставшаяся семья пчел все еще велика и пчелы чувствуют потребность ройтись, то рабочие пчелы препятствуют матке убивать ее младших сестер, и тогда



Рис. 265. Пчеловод снимает рой с дерева.

она с некоторой частью пчел вылетает из улья, образуя еще один новый рой («вторак», или «другак»). В первом улье остается тогда та матка, которая выйдет из куколки позднее.

Если у молодой матки нет соперниц в улье, то она дней через 5—6 после своего появления на свет вылетает из улья на «брачную проигру». Здесь она встречается с одним из трутней, которые летают в это время вблизи ульев, поджидая самок (кроме крупных глаз, у них хорошо развито и обоняние). После «брачной проигры» трутень погибает, а матка возвращается в улей оплодотворенной и способной производить потомство в течение 3—5 лет, то есть до конца своей жизни.

Роение у пчел может повторяться с выходом каждой новой матки. Однако повторные рои («третьяки», «четвераки») получаются слабые и плохо переносят зиму, а семья, отпустившая несколько

«пороев», также не дает большого дохода. Поэтому пчеловод вмешивается в жизнь пчелиной семьи (благо это нетрудно сделать при разборных рамочных ульях) и удаляет излишние маточники. Подобным же образом поступают и сами пчелы, когда у них прекращается потребность роиться: они прогрызают маточники и убивают дозревающих там маток. Иногда же, напротив, пчеловод применяет искусственное роение пчел, перенося часть рамок с «деткой» и с медом из нескольких сильных ульев в пустой улей и поместив туда же либо маточник, либо уже готовую матку, посаженную на первое время в маленькую клеточку (иначе не освоившиеся с новой маткой пчелы могут ее убить). Таким образом, опытный пчеловод может предупредить естественное роение и избежать того риска и тех хлопот, которые связаны с поимкой вылетевшего роя.

Физиологическая основа роения пчел. Недавние исследования ряда английских ученых раскрыли физиологическую основу изменений поведения пчел, когда они начинают готовиться к роению. Оказалось, что жвалы пчелиной матки выделяют особое вещество гормонального характера, которое и получают от нее пчелы, когда они буквально «из уст в уста» передают матке корм; таким образом происходит своеобразный обмен продуктами между пчелами и маткой. Это вещество не только удалось выделить в чистом виде и определить его химический состав, но и получить его синтетическим путем.

Возник вопрос: какое значение имеет выделяемое маткой вещество для рабочих пчел и не в нем ли заключается секрет той «привязанности», которую проявляют пчелы к своей матке? Был поставлен опыт: матку отделили от пчел двойной сетчатой перегородкой, пчелы могли через нее видеть матку и ощущать ее запах, но теперь уже были лишены возможности приблизиться к ней вплотную и получить от нее обычное вкусовое возбуждение. И тогда пчелы принялись выводить для себя новую матку, хотя им еще не пришло время роиться и хотя через сетку они могли видеть старую матку живой и невредимой.

Исследователи подошли к разрешению вопроса и с другой стороны. Что произойдет, если, наоборот, разросшуюся пчелиную семью, которой предстоит роиться, обеспечить получением привычного вкусового раздражения без участия матки, благо выделяемый ею секрет (в физиологическом смысле) не только расшифрован, но может быть получен и в лаборатории? Оказалось, что в таких случаях пчелиная семья продолжала увеличиваться сверх обычных пределов и не проявляла стремления к воспитанию новых маток и подготовки к роению.

Эти опыты позволяют сделать вывод о том, как же обстоит дело на пасеке в обычных (не экспериментальных) условиях. Очевидно, что при возросшей численности рабочих пчел уже не все они могут участвовать в кормлении матки, и тогда пчелы, не получающие от матки обычного вкусового «поощрения», изменяют свое поведение и начинают готовиться к роению. Таким образом, и «мудрая предусмотрительность» пчел, не допускающих чрезмерного разрастания отдельной семьи, и «привязанность» части населения улья к своей прежней матке получают вполне материалистическое объяснение со стороны физиологии, а биологическая целесообразность их поведения, как и все другие приспособительные особенности, находит свое объяснение в многовековых процессах изменчивости и естественного отбора.

Деятельность пчел внутри улья. Ульи рамочной системы позволяют заглянуть внутрь и познакомиться с ходом работ пчелиной семьи, связанных с воспитанием «детки», или «червы», и с собиранием запасов.

И для той и для другой цели пчелы устраивают особые сооружения — соты, а в качестве строительного материала применяют воск — вещество, выделяемое особыми железами на брюшке пчелы. Соты в улье свешиваются сверху вниз наподобие занавесок; пчелы прикрепляют их к потолку помещения смесью воска с пчелиным клеем (прополисом, или узою), который они собирают на смолистых почках растений. Этим же клеем пчелы покрывают стенки своего жилища и заделыва-

ют в нем все щели. Каждый сот состоит из множества маленьких шестигранных ячеек, имеющих правильную форму и расположенных в соте двумя вертикальными слоями с отверстиями, обращенными в противоположные стороны (рис. 266). Строятся эти соты таким образом, что у всех соприкасающихся между собой ячеек и их боковые стенки и шестигранные днища оказываются общими, без каких-либо промежутков между ними. Таким образом, и форма и расположение ячеек самым наилучшим образом разрешают задачу об устройстве этих помещений с наибольшей экономией места и материала (при помощи карандаша и бумаги вы можете убедиться, что всякая другая форма — цилиндрическая, квадратная, восьмиугольная и т. д. — была бы менее выгодной).

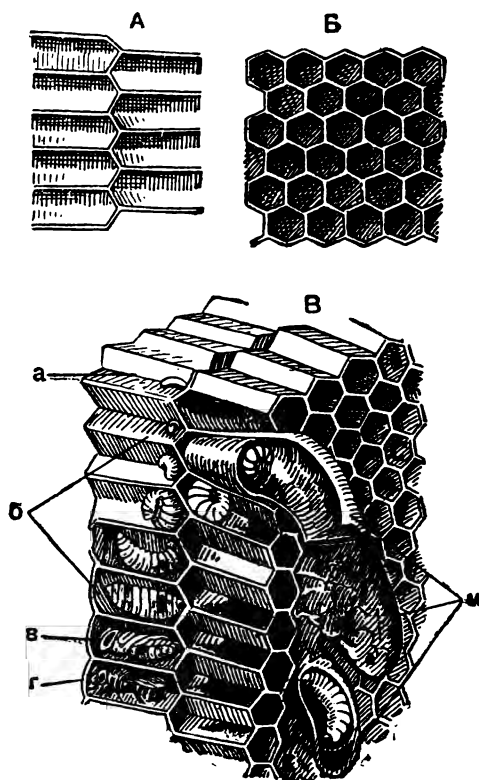


Рис. 266. Соты пчел:

А и Б — пустые ячейки; В — слева пчелиные ячейки с яичком (а), личинками (б), куколкой (в) и готовой пчелой (г); справа — три маточника (ж).

Все же постройка сотов требует от пчел большой затраты сил и средств. Тело пчелы служит той лабораторией, в которой съеденный ею корм перерабатывается в

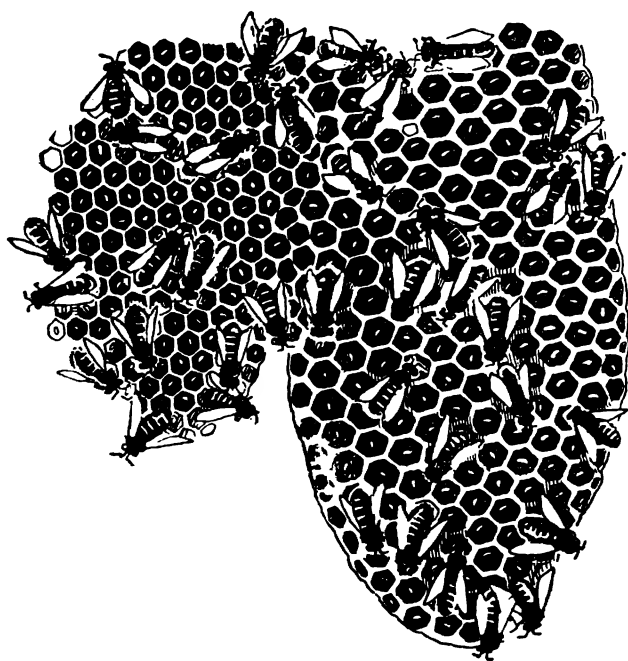


Рис. 267. «Засеянные» ячейки в улье:

слева — пчелиные, справа — более крупные, трутневые; в глубине ячеек виднеются отложенные маткой яички.

воск. Для того чтобы это произошло, пчела должна плотно наесться меду и неподвижно провисеть некоторое время в улье, пока воск не выступит у нее между кольцами брюшка. Выяснено, что для выработки 1 кг воску пчела должна извести 6—10 кг меду. Поэтому пчеловод старается облегчить пчелам их строительную работу и в то же время направляет ее в желательную для него сторону. Он прикрепляет к рамкам улья искусственную вошину — тонкие восковые листы, на которых особой машинкой выдавлены углубления, соответствующие доннышкам ячеек сота, так что остается только достроить («дотянуть» или «оттянуть») начатые ячейки на указанном месте. Кроме того, пчеловод возвращает пчелам обратно и естественную вошину — пустые медовые соты, из которых был спущен

мед при помощи особой центробежной машины — медогонки.

«Червление» и развитие «детки». Часть ячеек в сотах пчелы занимают пищевыми запасами — медом и «хлебиной» (пергой). Остальная часть предназначается для расплода: здесь матка откладывает яички и рабочие пчелы выращивают из них потомство. Для этой цели пчелы строят ячейки трех разных типов — трутневые ячейки, пчелиные ячейки и маточники. Трутневые ячейки крупнее и шире пчелиных, так как тело трутня крупнее тела рабочей пчелы и для его развития требуется больше места (рис. 267). Для вывода маток устраиваются очень просторные ячейки совершенно особой формы — в виде мисочек, которые затем, по мере роста личинки, надстраиваются и получают форму желудка.

Обыкновенно матка начинает «червление» с середины сота. Сопровождаемая пчелами, которые кормят и чистят ее, матка ходит по соту и перед откладкой каждого яичка предварительно заглядывает в ячейку; после этого она опускает туда брюшко и приклеивает яичко на дне ячейки (рис. 267). На третий день из яичка выходит беленькая безногая и безглазая личинка. Это беспомощное существо пользуется заботливым уходом со стороны рабочих пчел: они кормят ее первое время особым «молочком», а затем смесью «молочка» с медом и цветным (пыльцой цветков); «молочко» образуется у пчелы в ее кишечнике из проглоченного цветня, обработанного соками особых млечных желез. На готовой пище личинка быстро растет и на шестой день жизни занимает уже всю ячейку; тогда пчелы заделывают ячейку крышечкой из воска с пылью («печатная», или «крытая», «детка»), а личинка плетет вокруг себя шелковистый кокон и превращается в куколку. Через 11 дней (следовательно, на 21-й день после откладки яйца) из куколки выходит молодая пчелка.

Развитие трутня продолжается несколько дольше, и он выходит из куколки через 24 дня после откладки яичка. Личинка матки пользуется особенно заботливым уходом: ей дают гораздо больше пищи и выкармливают ее «молочком» без приме-

си меда и цветня. Развитие матки идет быстро, и она выходит из куколки уже через 17 дней после откладки яичка.

Все эти явления, хорошо знакомые каждому пчеловоду, представляют огромный биологический интерес.

Мы знаем, что и матки и рабочие пчелы — пчелиные самки, но только специализированные в различных направлениях, и мы видим здесь, что личинки, из которых они выходят, воспитываются и выкармливаются неодинаково. Возникает вопрос: не зависит ли образование той или другой женской формы от этих внешних условий, то есть от различного ухода за личинками самок?

Факты показывают, что это действительно так. Бывает, что старая матка случайно погибает, не успев «засеять» маточника (или ее почему-либо удаляет пчеловод). Тогда пчелы, выбрав какую-нибудь 2—3-дневную пчелиную личинку, расширяют ее ячейку и начинают усиленно кормить личинку «молочком». В результате такой перемены вместо рабочей пчелы из этой личинки получается матка, ничем не отличающаяся от нормальной (роевой) матки.

Теперь перед нами другой и еще более интересный вопрос. Мы видим, что ячейки для пчелиной «детки» и для трутневой неодинаковы. Осматривая ячейку во время «червления», матка как будто хочет узнать, какое именно яичко она должна в нее положить, и затем, сообразуясь с величиной ячейки, производит либо трутня, либо пчелу-самку (какую именно самку — рабочую или матку, это уже будет зависеть от условий кормления). Мало того, предоставляя пчелам вошьину с «пчелиными» ячейками, пчеловод может сократить количество трутневой «детки»: видя перед собой только пчелиные ячейки, матка будет производить только женское потомство — рабочих пчел, более желательных для пчеловода. Значит, пчелиная матка, в отличие от большинства других животных, может заранее предопределить пол своего потомства. Как же она это делает?

Разгадку нам дают следующие факты. Случается иногда, что молодая матка, вернувшись с «проигры», начинает отклады-

вать яички, из которых выходят одни только трутни, хотя бы яички и были положены в пчелиные ячейки (конечно, такая матка никуда не годится, и пчеловод должен ее уничтожить и заменить другой). Случается также, что и некоторые рабочие пчелы откладывают небольшое количество яичек, но из этих яичек всегда появляются только трутни (поэтому таких пчел называют «трутовками»). Известно, что рабочие пчелы не спариваются с трутнями; значит, яйца трутвоек развиваются без оплодотворения — партеногенетически (ср. с тлями). Очевидно, что и те матки, которые могут производить только одних трутней, почему-то остались неоплодотворенными.

Отсюда еще в 1845 году германский пчеловод Дзерджон пришел к выводу, что и обыкновенные трутни, происходящие от нормальных маток, также развиваются из неоплодотворенных яиц. Матка, получившая от трутня во время «брачной проигры» запас семенной жидкости и сохраняющая ее в течение 3—5 лет в особом пузырьке—семеприемнике, оплодотворяет ею не все откладываемые яйца. Когда она видит или осязает трутневую ячейку, выход из семеприемника запирается и яйцо проходит мимо неоплодотворенным; когда же она проходит по пчелиным ячейкам или встречает маточник, семеприемник открывается, яйцо, готовое к откладке, встречается с семенной жидкостью, оплодотворяется и дает пчелу женского пола.

Изгнание трутней. В конце лета, когда пчелы перестают роиться и у них уже не ожидается выхода молодых маток, существование трутней становится совершенно ненужным для пчелиной семьи и в то же время накладным для нее, так как трутни кормятся в улье за счет запасов меда, заготовленных пчелами на зиму. В это время в полуденную пору можно наблюдать, как пчелы силой выпроваживают трутней из ульев и затем не допускают их возвращения обратно. Предоставленные самим себе трутни вскоре погибают, и, во всяком случае, ни один из них не переживает зимы.

Зимовка пчел. Обильные запасы меда и «хлебины» (цветня), которыми пчелы заполняют летом соты, имеют для них боль-

шое значение на время бескормицы, когда пропадают цветы и вслед за холодной и дождливой осенью наступает суровая и длинная зима. Отбирая у пчел собранный ими мед, пчеловод заставляет их снова возобновлять свою работу, но если бы осенью он не оставил им необходимого запаса сахаристого корма, то пчелиная семья была бы обречена на гибель.

Дело в том, что, в отличие от других наших насекомых, пчелы на зиму не впадают в оцепенение. Сбившись в улье в кучу и образовав «зимний клуб»¹, пчелы взаимно согревают друг друга, а не прекращающийся у них обмен веществ даже в зимнюю стужу поддерживает у них температуру в $+10^{\circ}$ и даже в $+15^{\circ}$ С. Таким образом, пчелиный клуб по его отношению к холоду мы можем сравнить с теплокровным животным; подобно теплокровным животным — млекопитающим и птицам, пчелы должны зимой питаться, и пчеловоду приходится оставлять для них на зиму около 12—14 кг меда (его отчасти можно заменить более дешевым сахарным сиропом). Мало того, чем сильнее окружающий холод, тем больше у пчел потребность в корме, и поэтому для пчеловода выгодно защитить их от больших морозов в особых помещениях — в омшаниках, или зимовниках, куда убираются на зиму ульи.

Отсюда понятно, почему плохо переносят зиму слабые «порои» (повторные рои) или изроившиеся семьи.

Внешнее строение пчелы в связи с ее работой. Поймайте на цветке рабочую пчелу. Возьмите ее пинцетом за грудку и наблюдайте, как она старается защититься, подгибая брюшко и выставляя жало. Умертвите пчелу, чтобы рассмотреть подробности ее внешнего строения. Для сравнения постарайтесь достать у пчеловода трутня и матку.

Вооружившись сильной лупой, рассмотрите голову пчелы (рис. 268): развиты ли у нее простые глазки, каково

строение усиков (их значение в жизни пчелы). Чем отличается от «пчелиной» голова трутня?

Рассмотрите ротовые органы (для этого удобнее взять ротовые органы шмеля, у которого они крупнее, но во всех существенных чертах сходны с пчелиными).

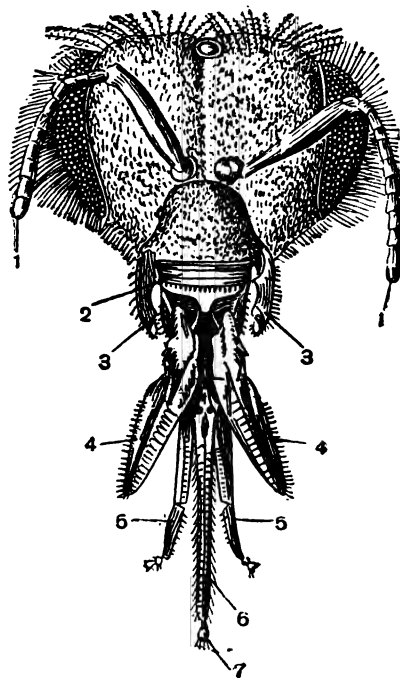


Рис. 268. Голова и ротовые части пчелы:

1 — усики; 2 — верхняя губа; 3 — жвалы (верхние челюсти); 4 — нижние челюсти; 5 — губные щупальца; 6 — язычок; 7 — ложечка.

и сравните их с типичным жующим аппаратом таракана, прямокрылого или жука. Найдите верхнюю губу и верхние челюсти (жвалы); они напоминают соответствующие части у таракана и служат жевательным аппаратом; кроме того, жвалами пчела разминает воск при постройке сотов. Нижние челюсти значительно длиннее верхних; вместе с щупальцами нижней губы они образуют трубку, по которой двигается взад и вперед вытянутая средняя часть нижней губы — язычок. Язычок имеет форму желобка и покрыт густыми волосками, поэтому он хорошо забирает воду и цветочный нектар, когда пчела «лакает» им эти жидкости.

¹ Слово «клуб» применяется здесь не по аналогии с клубом как местом собрания людей (англ. club), а является коренным русским словом, обозначающим крутящийся комок округлой формы (клубы дыма, клубок шерсти).

Для переноса нектара в улей пчеле служит ее зобик, или медовый желудок, в котором сахаристый сок подвергается переработке и превращается в мед. Возвратясь в улей, пчела отрыгивает мед из зобика и складывает его в соты.

Широкая и крепкоспаянная грудь дает прочную опору для важнейших органов ее рабочего аппарата. Пчеле приходится много летать за взятком, собирать цветочную пыльцу и возвращаться домой с грузом меда и цветня. Рассмотрите строение крыльев. (Такое же, как у пчелы, устройство имеют крылья шмелей, ос, крылатых муравьев, наездников, орехотворок и пилильщиков; всех этих насекомых соединяют в *отряд перепончатокрылых*.)

На задних ножках пчелы (рис. 269) найдите приспособления для сбора и переноса цветня. Отделите заднюю ножку от тела и рассмотрите ее отдельно (в лупу). Найдите бедро, голень и членистую лапку и обратите внимание на особенности строения лапки: 1-й членик лапки (сколько их всего?) гораздо крупнее остальных и с внутренней стороны образует щеточку, которой пчела сметает цветочную пыльцу. Но переносится пыльца в улей не на щеточке, а на голени, где имеется соответствующее приспособление — «корзинка» в виде ямки, окруженной длинными и твердыми волосками. Пчела трет одной ножкой о другую, щеточка правой лапки сгребает пыльцу в «корзинку» левой голени, и наоборот. Таким образом появляется на задних голених пчелы желтая или красноватая «обножка», которую мы видим у пчел, летающих по цветам. В сочленении между щеточкой и голенью по наружному краю образуется еще нечто вроде щипчиков, которыми пчелы снимают пластинки выделяемого ими на брюшке воска. (Рассмотрите для сравнения задние ножки трутня и матки.)

Рассмотрите вторую пару ножек и найдите на конце голени шпору, которой пчелы, возвратившись в улей, счищают с задних голеней обножку.

На брюшке пчелы рассмотрите нижнюю сторону составляющих его члеников и найдите на них парные голые пятныш-

ки — «зеркальца» (рис. 270): это места, на которых у пчелы через кожные покровы выделяется воск. Имеются ли подобные «зеркальца» у матки и у трутня? Припомните, у каких насекомых из других групп мы встречали восковые выделения на теле и каково значение они там имеют.

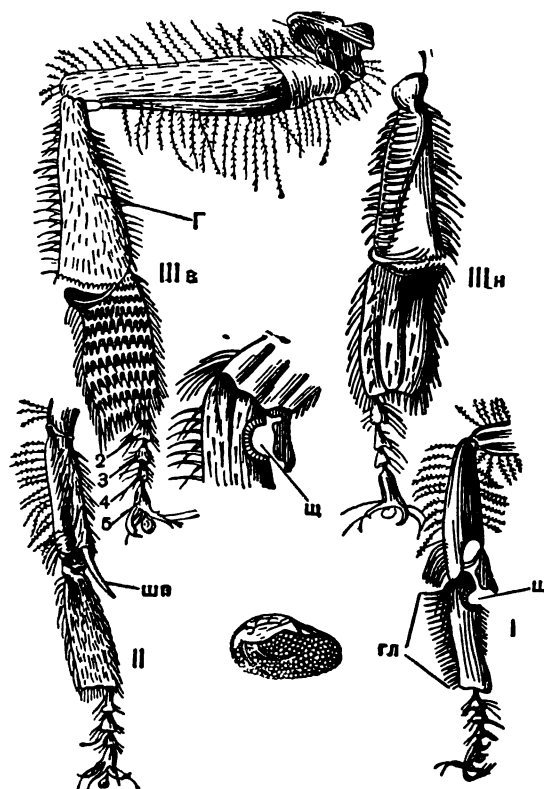


Рис. 269. Нога пчелы:

I — нога 1-й пары; на 1-м членике лапки вырезка (ш), через которую пчела при согнутой лапке продергивает усики и чистит их; с наружной стороны того же членика щеточка для чистки глаз (г). II — нога 2-й пары со шпорой (шп) на конце голени. III — нога 3-й пары с внутренней (лев. рис.) и наружной (прав. рис.) стороны; Г — голень; цифрами заномерованы членики лапки, на 1-м членике щеточка. Внизу посередине поперечный разрез «корзинки» с обножкой.

Сожмите брюшко пчелы и с помощью пинцета извлеките ее жало. Жало (рис. 271) состоит из направляющего стержня, по которому могут двигаться назад и вперед две колющие иглы; каждая из них снабжена направленными в обратную сторону зазубринами. Это колющее оружие соединено с пузырьком ядовитой

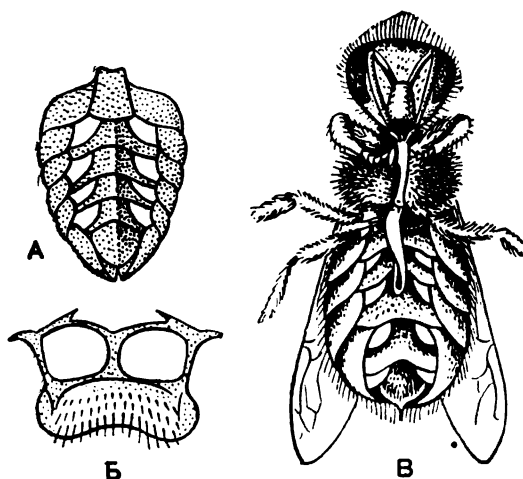


Рис. 270. Восковые пластинки, выделяемые рабочими пчелами:

А — брюшко пчелы снизу (белые пятна — восковые пластинки); Б — «зеркальца» с одного из сегментов (более крупно); В — пчела передними ножками передает восковую пластинку челюстям для обработки.

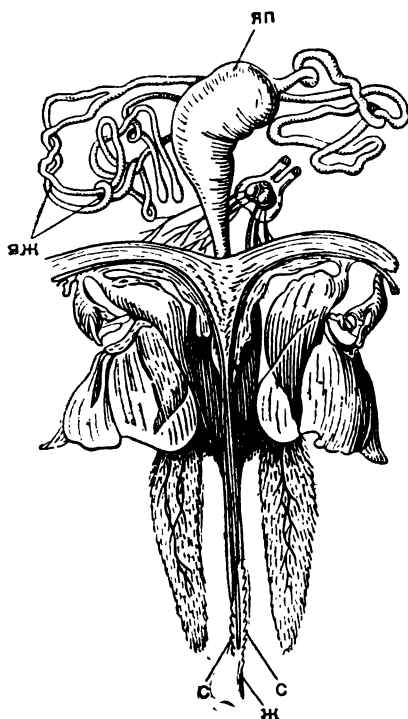


Рис. 271. Ядовитый аппарат и жало пчелы:

яж — ядовитые железы; яп — ядовитый пузырек; ж — жало со стилетами (с).

жидкости, которая при ужалении попадает в ранку, причиняет сильную боль и вызывает опухоль. Мелких врагов пчелы убивают своим жалом насмерть.

Когда пчела жалит человека, она обыкновенно бывает не в состоянии вытащить жало обратно, оставляет его в ранке вместе с частью внутренностей и вскоре погибает от полученных повреждений. Вытащить жало мешают пчеле имеющиеся на нем зазубрины. Но пчеле чаще всего приходится пускать свое жало против других пчел и вообще против насекомых; в этом случае она не погибает, так как в хитиновых покровах насекомых жало не вязнет и пчела его сохраняет в целости¹.

Тело пчелы обильно покрыто волосками, к которым легко пристает цветочная пыльца. Поэтому, посещая цветы, пчелы невольно содействуют их перекрестному опылению. Эта сторона их деятельности имеет громадное значение в общей экономике природы и, в частности, в хозяйстве человека. Поэтому соседство пчельника очень желательно для плодовых садов и для посевов гречихи, с которой пчелы охотно берут взятку. Опылению содействуют и многие другие насекомые, но пчелам здесь принадлежит особенно важная роль, так как запасливые пчелы гораздо деятельнее посещают цветы, чем те насекомые, которые присаживаются на цветок только для того, чтобы покормиться (бабочки, мухи). Пчела набирает в зобик 0,063 г нектара и должна облететь для этого около 90 цветков гречихи. (Вычислите, сколько цветков должны посетить пчелы для сбора 1 кг гречишного меда.)

О тех особенностях зрения пчел, которые связывают их с растениями-медоносами (или, наоборот, об окраске цветков, привлекающей к ним внимание пчел), уже была речь на странице 189.

¹ В настоящее время пчелиный яд нашел применение в медицине в качестве лечебного средства. Он входит в состав специальных препаратов (КФ, мелиссина, апитоксина, вибропина) и употребляется при лечении болезней ревматического происхождения, при невралгиях, радикулитах, хронических тромбозах и некоторых других заболеваниях.

Посещаемость цветущих растений пчелами зависит также и от взаимной «прилаженности» в строении насекомого-опылителя (в частности, его ротовых органов) и цветка. С этой стороны интересно пронаблюдать, какие насекомые посещают красный клевер и какие предпочитают белые цветки клевера ползучего, а затем сравнить венчики того и другого растений. А малозаметные, но душистые цветки липы, усиленно посещаемые пчелами, свидетельствуют о хорошо развитом у пчел чувстве обоняния.

Работа с пчелами в системе политехнического обучения. Хлопотливая деятельность пчел с давних пор привлекала к себе внимание человека, и среди пчеловодов можно было встретить немало любителей, которые с большим увлечением работали с пчелами, видя в своей пасеке не только источник дохода, который можно было бы променять на какое-нибудь другое промышленное предприятие. Работы на пчельнике, помимо их производственного значения, раскрывают перед глазами наблюдателя множество интереснейших биологических явлений, на первый взгляд представляющихся загадочными и непонятными, и в этом их большая ценность в общей системе политехнического образования.

Поэтому желательно, чтобы на школьном участке была бы организована хотя бы самая скромная пасека, дополняющая обычные живые уголки с аквариумами, клетками и садками. Тем, кто хотел бы, приступая к этому делу, ближе ознакомиться с технической стороной пчеловодства, необходимо присмотреться к работе опытного пчеловода, завязать связи с местными пчеловодными организациями и, кроме того, обратиться к имеющимся практическим руководствам¹.

¹ Наблюдениям над пчелами и работам на пчельнике посвящена особая глава в книге: Б. С. Щербakov, Насекомые как объект школьной работы (М., Учпедгиз, 1953). См. также: П. П. Максимов, Школьный кружок юных пчеловодов (М., Учпедгиз, 1955); Э. К. Рейзин, Занятия учащихся по пчеловодству (изд. АПН РСФСР, 1958); В. П. Пономарев, Школьные экскурсии в сельскохозяйственное производство (М., изд. «Просвещение», 1964).

Пчелиная семья и человеческое общество. Своеобразные особенности пчел, отличающие их от большинства других насекомых, с давних пор вызывали удивление наблюдателей. Пчела служила образцом похвального трудолюбия и мудрости, считалась каким-то особенным существом — «божьей работницей»; в пчелиной семье видели подобие человеческого государства, в котором матка являлась «царицей» и устанавливала порядок, трутни составляли «аристократию».

В свете современных научных данных от таких антропоморфических представлений приходится решительно отказаться. Пчела слишком далеко отстоит от человека по всей своей организации, и мы не в праве измерять на свой аршин ее поведение, приписывать ей наши чувства и наши человеческие мысли и видеть в пчелиной семье (категории чисто биологической) какое-то подобие государства.

Глубочайшее различие между пчелиной семьей и классовым человеческим обществом выступает перед нами особенно рельефно, если мы вообразим фантастическую картину «восстания», поднятого рабочими пчелами, изгнавшими свою «царицу» и уничтожившими тунеядцев-трутней, и представим себе биологические последствия такого «революционного переворота» в пчелином «государстве».

Важное отличие пчелиной семьи от человеческого общества состоит еще и в том, что ее сложные действия по постройке сотов и вся остальная деятельность, направленная на поддержание жизни пчелиной семьи, основывается не на обучении, не на передаче молодым пчелам опыта их старших сестер, от которых они могли бы перенять их навыки и умения, а имеет в своей основе инстинкты, то есть сложную систему врожденных, безусловных рефлексов. Это обстоятельство становится особенно ясным, если от нашей роющей пчелы мы обратимся к ее родичам — одиночным пчелам, у которых (как и у ранее рассмотренных пауков — см. стр. 170) возможность научения и передачи опыта исключается самим образом их жизни (см. далее, стр. 269—270).

А если мы иногда и называем пчел, муравьев и некоторых ос насекомыми

«общественными», то придаем этому выражению чисто условное значение, выделяя его кавычками.

Разделение труда и смена функций. Сложность поведения пчел выражается не только в их строительной деятельности. Уже давно было замечено, что не все пчелы данного улья выполняют одинаковую работу и что у них имеет место разделение труда. Прежние исследователи по первому впечатлению и по аналогии с человеческим обществом видели в этом подобие сословного разделения, или распределения рабочих пчел по отдельным «цехам». Однако наблюдения немецкого ученого Реша, проводившиеся над мечеными пчелами, обнаружили, что разделение обязанностей по обслуживанию потребностей семьи в основном обуславливается возрастными особенностями нарождающихся пчел, то есть их физиологическим состоянием. По Решу, каждая пчела сначала бывает уборщицей, затем становится кормилицей, потом строительницей, выделяющей воск и его обрабатывающей, и, наконец, уже «летней» пчелой-сборщицей.

Выводы Реша были уточнены Л. Н. Перепеловой, Е. П. Истоминой-Цветковой, а затем и некоторыми зарубежными учеными. Оказалось, что отступления от отмеченной Решем последовательности наблюдаются гораздо чаще, чем полагал этот пчеловод, и что смена функций зависит не только от возраста данной пчелы, но и от потребности пчелиной семьи в целом, семьи как некоторой органической целостности, способной к саморегуляции, подобно сложному организму какого-либо животного.

«Танцы» пчел. Интереснейшее явление в жизни пчелиной семьи представляют сравнительно недавно изученные «танцы» пчел. Когда в окрестностях пасеки зацветает какой-нибудь новый (для данного года) медонос, побывавшая на нем пчеларазведчица, возвратясь в улей, начинает там бурно кружиться на каком-нибудь соте, выделяя из зобика каплю собранного нектара. Тогда к ней постепенно присоединяются другие пчелы, ощупывая и обнюхивая ее своими усиками и начиная кружиться вслед за нею. После этого раз-

ведчица перебегает в улье на другое место и возобновляет «танец», завербовывая таким образом новую партию пчел. Разведчица снова улетает к медоносам, а вслед за ней туда же направляются пчелы-сборщицы, которых она мобилизовала своими «танцами».

Оказалось далее, что фигуры такого «танца» бывают различны, в зависимости от того, на близком или на далеком расстоянии был обнаружен медонос. В первом случае танец бывает «круговым», а во втором «виляющим»; следовательно, пчелы-сборщицы уже заранее бывают осведомлены, близко или далеко им предстоит лететь за взятком. Оказалось далее, что различные фигуры «виляющего» танца разведчиц информируют пчел-сборщиц о направлении предстоящего полета.

Пчелиная семья как единый «сверхорганизм». Сравнение наших роевых пчел с любым одиночно живущим насекомым обнаруживает большое различие между ними не только в их поведении, но и в их физиологических особенностях.

Вся деятельность пчел в улье оказывается целиком и без остатка направленной на обеспечение благосостояния семьи в целом; что касается рабочих пчел, составляющих основную массу населения улья, то у них совершенно нет каких-либо «личных интересов» (хотя бы в виде соперничества со своими сестрами), какой-либо «личной жизни», а если схваченная врагом пчела дорого продает свою жизнь, пуская в ход жало, то и здесь смысл ее самозащиты сводится к сохранению полезной для семьи рабочей единицы.

Пчела, искусственно изолированная от семьи (или отбившаяся от улья), оказывается мало жизнеспособной и вскоре погибает. Самое разделение обязанностей, как мы видим, обусловлено их физиологическим полиморфизмом: матка — плодоносящая самка, трутни — самцы-производители, сохраняемые в резерве, рабочие — самки, устраненные от производства потомства и специализированные на выполнении всех остальных функций по поддержанию жизни семьи и действующие в соответствии со своим физиологическим состоянием.

Особенно ярко проявляется органическое единство пчелиной семьи при образовании «зимнего клуба» (см. стр. 260). Единичная пчела, как и всякое другое пасекомое, — животное холоднокровное, но в пчелином клубе при похолодании окружающей среды температура поднимается до $+20^{\circ}$ — $+26^{\circ}$ С.

Далее оказалось, что при потеплении внутри ошпанника температура пчелиного клуба понижается во избежание перегрева.

Такая способность терморегуляции, не свойственная насекомым-одиночкам (да и физически невозможная при их мелких размерах), превращает «склубившуюся» пчелиную семью как бы в теплокровное существо — в биологическую единицу высшего порядка, или «сверхорганизм», который, подобно высшим позвоночным, приобрел свойство относительной независимости от температурных условий окружающей среды.

При наступлении соответствующего физиологического состояния пчелиный «сверхорганизм» приступает и к «размножению»: приходит роевая пора, и из улья вылетает рой, образующий новую такую же семью. Эта новая семья, как и семья, ее «породившая», также представляет собой единое целое, в котором все особи связаны между собой не только ближайшим родством, но и взаимосвязью во всех жизненных процессах — обмене веществ, размножении, развитии.

Каким же путем в истории животного мира могла возникнуть такая форма организации, как сложная пчелиная семья?

Конечно, было бы тщетно отыскивать ископаемые остатки предков такого «сверхорганизма», но его история может быть освещена путем сравнения нашей роевой пчелы с ее дикими родичами, у которых «общественность» выражена только в самом зачаточном виде или является только временной формой их существования.

Такие ступени развития «общественности» мы обнаружим при рассмотрении биологических особенностей других видов семейства пчелиных — некоторых одиночных пчел и наших шмелей.

Одиночные пчелы-андрены

На утоптанной земле по краю обрывов или возле дорог нередко можно встретить маленькие круглые отверстия, обыкновенно расположенные целыми группами на небольшом расстоянии друг от друга. В яркий, солнечный день присядьте около этих норок, и вы увидите, кому они принадлежат. Время от времени то к одной, то к другой норке прилетают нагруженные взятком пчелы; они на некоторое время скрываются в земле, а затем через несколько минут снова появляются на поверхности и улетают. Иногда случается видеть пчелу за работой, когда она выбрасывает из норки землю: очевидно, подземное помещение еще не готово и пчела трудится над его углублением. Накрыв опрокинутой пробиркой или стаканом отверстие, в которое забралась пчела, мы можем изловить ее и рассмотреть, а раскопав большим и крепким ножом готовую норку, можем ознакомиться с ее устройством.

По общему облику эти земляные пчелы похожи на обыкновенную рабочую пчелу; вместе с нашими пчелами они встречаются на различных медоносных цветках и также способствуют их опылению, но семейная жизнь у них складывается по-иному и не представляет тех сложных явлений, какие мы наблюдаем в пчелином улье. Это одиночные *пчелы-андрены*. Самка андрены роет в земле идущую вглубь шахту, от которой отходят вбок ячейки, предназначенные для вывода потомства (рис. 272). В каждую земляную ячейку пчела-андрена помещает комочек

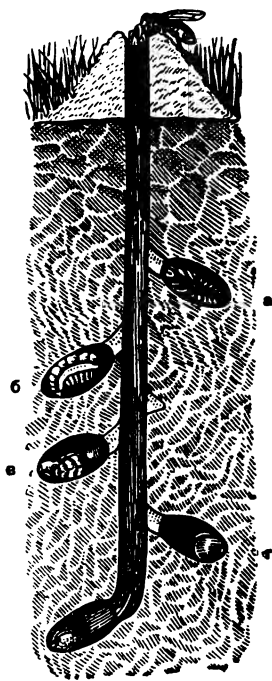


Рис. 272. Разрез гнезда андрены.

В глубине последняя, самая новая ячейка с комочком из меда и пыльцы; выше (г) ячейка с уже отложенным на пыльцевой комочек яйцом; еще выше (б и в) ячейки с личинками; наверху (а) первая ячейка, в которой лежит уже куколка.

из меда и пыльцы, собранный ею с цветков, и сюда же откладывает по одному яичку. Вылупившаяся из яичка личинка найдет около себя приготовленный матерью корм, которого ей хватит на всю ее личиночную жизнь, вплоть до превращения в куколку. (Рассмотрите, на чем носят пыльцу пчела-андрена. В чем здесь разница с домашней пчелой?)

Пчелы-галикты

Основание гнезда и появление первого выводка молодых пчелок. У многочисленных видов близкого к андренам рода *галиктов* (*Halictus*; рис. 273) «заботы о потомстве» идут дальше и приводят к образованию семьи, существующей в продолжение пяти лет и под конец состоящей уже из четырех или пяти сотен особей, хотя отдельные пчелки — за исключением матерн-родоначальницы — живут немногим более года и к концу лета вымирают, оставив после себя собранные ими запасы корма для разрастающейся семьи.

Оплодотворенные еще с осени и перезимовавшие в подземном материнском гнезде молодые пчелки весной выбирают-ся на поверхность и, подкормившись на цветках пыльцой и нектаром, принимают-

ся за работу. Каждая такая пчелка начинает рыть для себя отдельную «шахту», вертикально углубляющуюся вниз, а затем на некоторой глубине вырывает небольшие боковые пещерки — ячейки, в которые она, подобно андреде, носит запас цветня и меда, формируя из них «хлебцы» размером с горошину — это продовольственный паек, вполне достаточный для питания будущей личинки, которая разовьется из яичка, отложенного пчелкой на такой «хлебец». Когда этот паек будет съеден, личинки окукливаются, а затем из них выводятся пчелки — исключительно самки, по всему своему строению похожие на мать. Однако наружу они не выходят: к этому времени и выход из шахты оказывается забитым землей и вся пока еще очень малочисленная семья (мать с 3—6 дочерьми) натошак засыпает до весны (рис. 274).

Разрастание семьи с ежегодной сменой выводков. Весной молодые пчелки выходят на волю, подкармливаются на ранних цветках, а затем принимаются за дела: кормят мать, углубляют шахту, копают в ней новые боковые ячейки и снабжают их высококалорийными «хлебцами» для своих будущих младших сестер. Пчелка-мать полностью переходит на иждивение дочерей, а сама принимает на себя роль привратницы, охраняющей вход в гнездо, а когда ячейки наполнятся «хлебцами», снова откладывает в каждую ячейку по одному яичку. На второй год в гнезде выводится уже 15—20 пчелок, на третий — около 50, а на четвертый — приблизительно полторы сотни. Что же касается пчелок того выводка, или помета, которые вышли из куколок к концу лета предшествующего года, то они, прожив около 13 месяцев, умирают, так и оставшись бесплодными (старое предположение знаменитого Фабра, будто эти пчелки размножаются партеногенетически, да еще дают женские (!) поколения, оказалось ошибочным).

Вылет самцов и распад старой семьи. Но вот семья галиктов вступила в пятый год своего существования, причем численность ее (несмотря на вымирание прежних выводков) возрастает еще втрое и достигает уже 450—500 особей. На этот раз из



Рис. 273. Пчелы-галикты: сверху самец, внизу самка,

яйчек, отложенных уже постаревшей самкой, к началу осени выводятся не только самки, но и еще более многочисленные самцы. И теперь судьба нового выводка будет уже совершенно иной.

Вылупившиеся из куколок самцы не остаются в запечатанном подземном гнезде, а выбираются наружу, прокладывая каждый для себя отдельные ходы, через которые подземное гнездо теперь сообщается с внешней средой. Летая низко над землей, галикты-трутни отыскивают подобные же выходные отверстия в других гнездах таких же галиктов, где их ожидают их сверстницы — «невесты». В свою очередь через проделанные ими ходы в их родное гнездо проникают самцы, происходящие из других семей, и там находят своих «суженых», которые не следуют за своими братьями, а остаются на месте. Там, в подземном гнезде и происходит спаривание (ср. с воздушной «проигрой» у нашей медоносной пчелы!), после чего самцы снова выбираются наружу и вскоре погибают.

Оплодотворенные (вернее, получившие запас семенной жидкости) молодые самки остаются зимовать в материнском гнезде и только весной выбираются на поверхность и, подкормившись на цветках, становятся основательницами новых семейных гнезд.

Пятилетний цикл развития семьи галиктов повторяется снова. Он идет строго «по графику», и в нем проявляется большая сложность и слаженность — результат многотысячелетнего отбора. Происходящий в определенный сезон «обмен женихами» между отдельными семьями галиктов в связи с «затворничеством» молодых самок-«невест» устраняет опасность инбридинга (кровосмешения). Самки первых четырех лет неизбежно остаются девственницами, так как для них исключена возможность встречи с самцами: летом, когда они летают по цветкам, самцов еще нет в природе, а появляющиеся осенью самцы не могут их найти, так как вход в гнездо в это время уже закупорен.

А между тем эти недолговечные пчелки-девственницы с морфологической стороны ровно ничем не отличаются от их плодородной матери, к тому же и живущей в

пять раз дольше, — недаром исследователи прошлого столетия ошибочно принимали их за сменяющие друг друга поколения и считали галиктов одиночными пчелами, которые будто бы семей не образуют, а только уживаются вместе в одном гнезде. Мало того, оказалось, что если куколку, извлеченную из гнезда молодой семьи (п, конечно, тщательно помеченную), переместить в гнездо семьи пятилетнего возраста, то вылупившаяся из нее молодая пчелка будет оплодотворена самцом наряду со своими сводными сестрами и будет способна основать собственную семью и «червить» в течение нескольких лет.

Выяснение условий, определяющих различную продолжительность жизни. В чем же заключается причина короточности жизни самок, выполняющих в семье роль рабочих пчел? Можно было бы предположить, что на них губительно действует самый процесс их работы, но ведь и галиктоматка в начале своей деятельности также усиленно работает, выкапывая подземный ход и боковые ячейки, собирая по цветкам цветень и нектар и заготавливая из них «хлебцы» для питания будущих личинок, однако эта трудовая деятельность не отражается на ее относительном долголетии.

Решение этой загадки уже в недавнее время дали работы югославского профессора Грозданича и французской исследовательницы Плато-Кеню. Ими было выяснено, что пчелкаматка выделяет из своих желез особый секрет, который воздействует на кормящих ее дочерей таким образом, что они под осень и не пытаются выбраться из закупоренного гнезда и засыпают на зиму в то время, когда на поверхности появляются самцы из других семей,

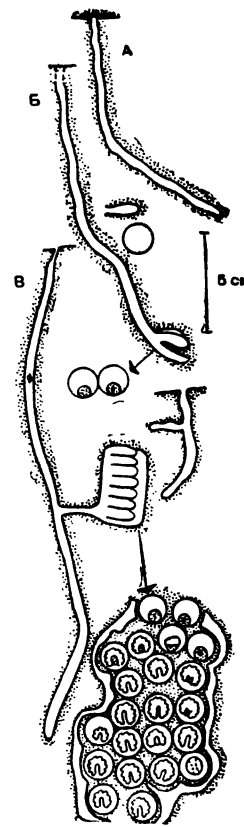


Рис. 274. Схематический разрез гнезд галиктов на различных (А, Б, В) стадиях развития.

На нижней схеме более двух десятков ячеек с кормом и с личинками различного возраста.

засыпают, так и оставшись девственницами (вспомним, какое важное физиологическое значение имеют пищевые контакты и в жизни наших домашних пчел).

Однако на пятый год в жизни семьи галиктов происходят коренные перемены. Численность семьи возрастает, и, по-видимому, у матки уже не хватает выделяемого ею секрета для того, чтобы обработать («околовать» — по меткому, образному выражению И. А. Халифмана) всех дочерей. Кроме того, у состарившейся матки, по-видимому, истощается и запас семенной жидкости, и она откладывает в большом количестве неоплодотворенные, «трутневые» яйца. Совпадение этих двух моментов оказывается чрезвычайно кстати для поддержания видовой жизни галиктов: наконец-то и у них появляются на свет и самцы-производители и «полноправные», способные к размножению самки, будущие основательницы новых гнезд.

Таким образом, рассматривая биологию галиктов со стороны развития у них семейного уклада жизни, свойственного «общественным» пчелам, приходится отвести им промежуточное положение. У них оплодотворенная самка становится основательницей большого семейного гнезда, существующего в продолжение нескольких лет, причем все отрождающиеся в первые

годы пчелы остаются бесплодными, выполняют все работы по расширению гнезда и собиранию корма; однако с морфологической стороны эти рабочие пчелки ничем не отличаются от породившей их матки, которая и сама в первое время — до появления дочернего поколения — выполняет подобные же работы.

А попутно у галиктов была обнаружена и своеобразная биологическая особенность, отличающая их от одиночных видов пчелиных, — способность матки выделением своих желез «околовывать» во всем подобных ей пчелок — дочерей, обрекая их на безбрачие и недолговечность, — явление, о котором и не подозревали прежние исследователи во главе с пропигательным Фабром.

Шмели

У шмелей (которые также являются родичами нашей пчелы) развитие семьи идет дальше. Перезимовавшие самки (те шмели, которых в апреле и мае мы видим на цветущих ивах и на других весенних цветах) весной приступают к устройству своих гнезд. Мелкий желтоватый *шмель-моховик* помещает гнездо на поверхности земли, пользуясь для этого какой-нибудь ямкой или выбоиной, и устраивает его из

мха. Крупный и пестрый *земляной шмель* (рис. 275), делает гнездо в земле, отыскивая для этого какие-нибудь готовые ходы, норки или трещины.

Устроив помещение, самка заготавливает в нем небольшой запас меда с цветнем и откладывает несколько яиц, покрывая их одной общей восковой крышечкой. Когда из яиц выходят личинки, мать расширяет яйцевую ячейку и переделывает ее в личиночник — крупную восковую ячейку, в которой помещается несколько личинок. Мать заботливо охраняет свое потомство, постепенно рас-



Рис. 275. Шмелиное гнездо.

ширяет ячейку и прибавляет в нее корму из собранного запаса. Дней через 10—12 каждая из личинок плетет себе отдельный шелковистый кокон и окукливается.

Как ни усердно трудится самка, но большого количества корма для своего потомства она собрать не может; поэтому первая партия коконов дает мелких и неспособных к размножению рабочих шмелей. С их появлением в гнезде наступает разделение труда, рабочие шмели расширяют и ремонтируют гнездо, летают за взятком, помогают матери в уходе за личинками и «насиживают» коконы (рис. 276), а матка остается в гнезде и занимается откладкой яиц. Пустые шелковые коконы надстраиваются воском и обращаются шмелями в помещение для меда. Семья быстро увеличивается, и к концу лета число шмелей доходит иногда до 500 штук. Благодаря «заботам» многочисленных рабочих шмелей их младшие сестры получают в личиночной стадии больше корма, и приблизительно в конце июля из них выходят молодые матки; к этому же времени появляются из куколок и самцы-трутни, которые после вылета из гнезда больше в него уже не возвращаются. Осенью шмелиная семья распадается: погибает старая матка — основательница гнезда, погибают все рабочие шмели и трутни, а перезимовывают только оплодотворенные молодые матки (садите их и не ловите весной шмелей!); каждая из них на следующий год устраивает отдельное гнездо и дает начало новой семье, которая осенью в свою очередь распадается¹.

Происхождение пчелиной семьи

Таким образом, в биологическом отношении шмели занимают промежуточное положение между пчелами-одиночками и нашими домашними, роевыми пчелами. Оплодотворенная самка шмеля дает начало многочисленной и совместно рабо-

тающей семье, но семья эта в конце лета распадается. Самки в шмелиной семье бывают двух сортов — плодные матки и бесплодные рабочие, но разница между ними не так резка, как у домашних пчел, а матка способна самостоятельно устраивать гнездо, выделять воск, собирать нектар и цветень и ухаживать за «деткой», чего пчелиная матка уже не может.

Можно думать, что в процессе эволюции развитие пчелиной семьи прошло через те стадии, которые мы видим у одиночных пчел и у шмелей, и с этой стороны представляет большой интерес промежуточная форма между маткой и рабочей пчелой, которую впервые удалось наблюдать московскому зоологу профессору Г. А. Кожевникову. Две такие самки были получены вместе с нормальными матками из пчелиных личинок, которые были перемещены в искусственно приготовленные маточники. По общему облику они были похожи на маток и имели хорошо развитые яичники, но вместе с тем у них на брюшке были восковые «зеркальца», а на задних лапках имелись щетинки, которые у рабочих пчел образуют здесь щеточку. Следовательно, такое существо, подобно шмелиной матке, могло бы и строить ячейки, и летать за взятком, и откладывать оплодотворенные яйца; вероятно, такой именно вид и имели в давние времена предки нашей домашней пчелы.

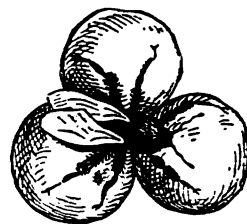


Рис. 276.
Шмель, насиживающий коконы.

Об «уме» пчел

Сложные действия, которые производят пчелы в процессе своей работы, их заботливый уход за «деткой», целесообразное разделение труда между отдельными членами общества, их удивительное строительное искусство — все эти явления говорят о том, что в психическом отношении пчелы являются существами очень высокодаренными. Поэтому с давних пор пчелиную семью сравнивали с человеческим обществом и о мотивах поведения пчел судили по аналогии с поступками человека.

¹ Подробнее о жизни шмелей и об их хозяйственном использовании рассказано в книге Г. С. Вовейкова «Разведение шмелей в целях опыления красного клевера» (изд. АН СССР, 1954).

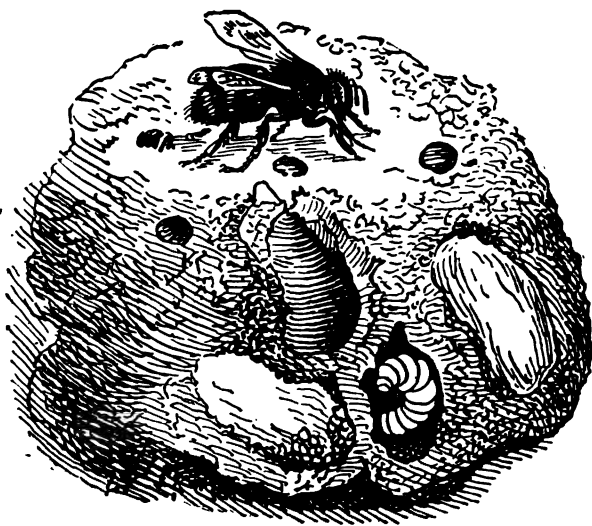


Рис. 277. Пчела-халикодома и ее гнездо.

При «общественном» образе жизни пчел казалось естественным, что их сложные действия и технические навыки передаются из поколения в поколение путем обучения и подражания, как это происходит в человеческом обществе. Однако более тщательные исследования показали неправильность подобных представлений. Особенно поучительный материал дали наблюдения и опыты над различными видами пчел и ос, произведенные знаменитым исследователем жизни насекомых Фабром.

Одним из объектов его наблюдений была *халикодома*, или *пчела-каменищица* (рис. 277). Бархатисто-черная с темными крыльями самка халикодомы устраивает гнездо на камне или на стене какой-нибудь постройки: лепит его из частичек земли и пыли, цементируя их своей слюной. Кончив постройку отдельной ячейки, пчела заполняет ее медом и цветным, откладывает туда же яичко, а затем запечатывает ячейку и принимается за постройку следующей (всего она строит 6—10 ячеек).

Каменщица — одиночная пчела; ее никто не учит строительному искусству и не дает указаний, как следует заботиться о потомстве. Она никогда не видела своей матери, развивалась в замурованной ячейке и по выходе из нее живет совершенно самостоятельно. Однако пчела без всякой выучки «умеет» построить гнездо и «знает», сколько меда нужно положить в ячейку для будущей личинки. Выходя из куколки, пчела «знает», что ей нужно прогрызть крышку своей ячейки, и «умеет»

сделать это. Таким образом, ее «знания» и «умения» оказываются прирожденными, полученными в готовом виде по наследству от предков, от которых она унаследовала и свою телесную организацию. В обычной обстановке жизни пчелы все эти действия в высшей степени целесообразны, подобно действиям разумного существа.

Но иное впечатление производит поведение пчел, когда человек и з м е н я е т эту привычную для них обстановку. Если гнездо халикодомы поместить в сосуд, затянутый кисеей, то пчелы, вышедшие из ячеек и сумевшие прогрызть плотные цементные покрывки, не «догадываются» или не «умеют» таким же способом прогрызть и тонкую кисею, которая мешает им вылететь на волю, погибают под нею голодной смертью (опыт Реомюра). Точно так же пчелы-каменщицы не умеют выбраться и из пространства, прикрытого бумажным колпаком, хотя они легко прогрызают такую же бумагу, когда она плотно прилегает к ячейке. Там пчела разрушает эту преграду заодно с цементной покрывкой и как бы не замечает этого нового препятствия; повторить же эту работу снова она уже не может, так как потребность прогрызать себе выход бывает у нее только раз в жизни и в нормальных условиях ей не приходится встречать нового препятствия после выхода из ячейки.

Далее Фабр производил опыты с перемещением гнезда, отодвигая в сторону камень, на котором пчелы начали строить ячейки. Возвратившаяся пчела долго и упорно искала гнездо на пустом месте, но не узнавала его в новом положении, хотя летала близко и не могла его не видеть. Следовательно, пчела запоминала не внешность своего сооружения, а его местоположение: в обычных условиях ее жизни этого вполне достаточно, так как камни или скалы, на которых она устраивается, не меняют своих мест.

Испытайте, не наблюдается ли подобных явлений и у домашних пчел: попробуйте днем, когда пчелы полетели за взятком, передвинуть улей на $\frac{1}{2}$ —2 м назад или повернуть его так, чтобы летное отверстие было обращено в другую сторону; наблюдайте поведение возвратившихся пчел.

Наконец, переставляя камни с гнездами халикодомы, Фабр подменял одно гнездо другим, предоставляя пчеле, только что начавшей постройку, уже оконченную и наполненную медом ячейку, и наоборот. Оказалось, что пчела как бы не замечала такой подмены (ведь в естественных условиях этого не случается) и выполняла программу своих действий, не применяясь к новым обстоятельствам: пчела, например, продолжала надстраивать вполне готовую и уже наполненную ячейку и затем приносила в нее новую порцию меда. Другая пчела, которая уже закончила свою постройку и стала носить в нее мед, найдя вместо нее только что начатую ячейку, не «догадывается» ее достроить и упорно ищет готовые ячейки, куда можно откладывать провизию.

Позднее подобного же рода явления были обнаружены и в жизни шмелей.

Отсюда видно, что поведение пчел и близких к ним насекомых определяется не «разумом», то есть не логическими соображениями, которые мы им склонны приписывать, а главным образом наследственными инстинктами, представляющими собой весьма совершенное приспособление животного к обычным условиям его существования. Современная наука называет такие наследственные приспособления безусловными рефлексами, в отличие от условных рефлексов, которые вызываются меняющимися условиями и потребностями момента и создаются на основе личного опыта, дрессировки или обучения. В нашей человеческой жизни безусловные рефлексy также имеют большое значение: никто не учит новорожденного ребенка делать дыхательные движения, моргать глазами, сосать и проглатывать материнское молоко. Однако в течение жизни на основе этих безусловных рефлексов у нас устанавливаются новые связи между организмом и внешней средой, устанавливаются условные рефлексy, определяющие наше поведение и составляющие то, что мы называем привычками, манерами, навыками и умениями. В поведении же пчел и им подобных насекомых более значительную роль играют безусловные рефлексy и наследственные инстинкты, а способность

к образованию новых связей на основе личного опыта и дрессировки выражена у них слабее.

Имеющаяся у пчел способность поддаваться дрессировке, то есть к изменению поведения благодаря выработке новых связей между получением пищи и внешними раздражителями, может быть использована в хозяйственных целях для привлечения пчел к опылению тех растений, цветки которых они обычно не посещают. Так, в обычных условиях пчелы избегают цветов красного клевера, в которых длинный и узкий трубчатый венчик затрудняет для них возможность добраться до нектара. Между тем при расширении посевов клевера количество их природных опылителей — шмелей (см. стр. 269) — оказывается уже недостаточным для обеспечения полной семенной продукции. Поэтому специальная дрессировка пчел на клевер, давая возможность использовать этот прекрасный медонос для получения меда, вместе с тем повышает урожай семян клевера.

Способ дрессировки состоит в том, что при зацветании клевера пчелам перед их вылетом из улья дают в особых кормушках сахарный сироп, настоянный на венчиках клевера и имеющий его запах, а затем дня на два оставляют пчел в ульях, запирая леток особыми клетками-верандами из проволоочной сетки, чтобы за это время они «отвыкли» от обычно посещаемых ими цветов. После этого, когда пчелам предоставляют свободный выход, они летят уже на клевер и, добывая на нем взятки, производят перекрестное опыление его цветов¹.

¹ Исключительную ценность для расширения знаний о своеобразных особенностях жизни пчел представляет работа И. Халифмана «Пчелы. Книга о биологии пчелиной семьи и победах науки о пчелах» (изд. «Молодая гвардия», 1953), в которой живое и популярное изложение сочетается с богатым фактическим материалом, добытым советскими учеными (в частности и автором книги). В более популярной форме, доступной и для школьника, эта же тема излагается в книге И. Халифмана и А. Стефанова «В мире пчел» (Детгиз, 1955). См. также: А. Губин, И. Халифман, Цветы и пчелы (изд. «Московский рабочий», 1958); П. С. Щербина, В мире пчел (М., Учпедгиз, 1960); Г. Ф. Таранов, Юному пчеловоду (М., Учпедгиз, 1958).

Осы также принадлежат к числу жалоносных перепончатокрылых, но отличаются от пчел более стройным телом с тонкой перетяжкой между грудью и брюшком и отсутствием густого волосяного покрова. Жало у них не имеет зазубрин и легко

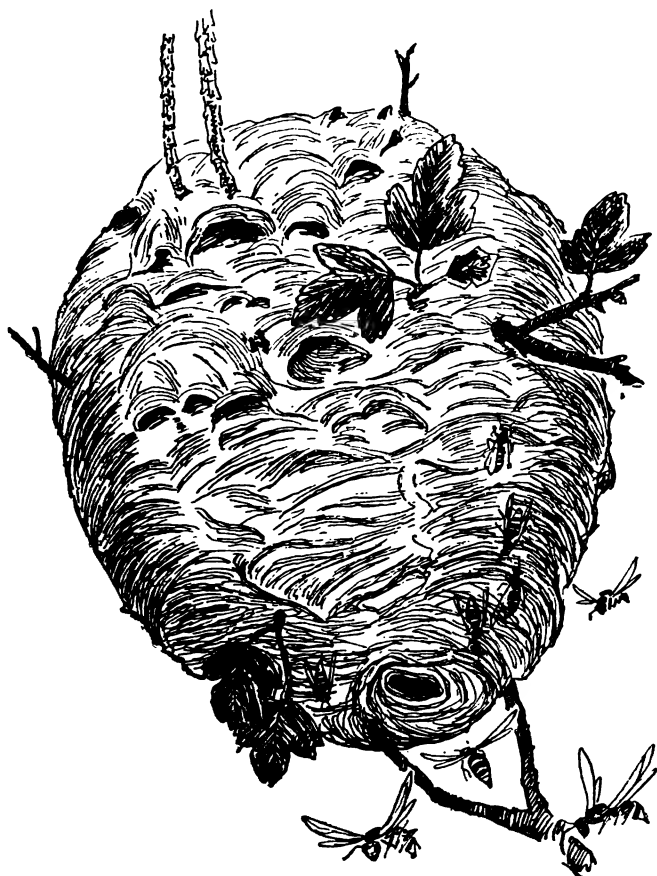


Рис. 278. Осиное гнездо (несколько уменьшено).

выдерживается из ранки; поэтому осы могут многократно пускать его в дело и наносить им уколы один за другим. Меда и цветня они не запасают, длинного сосательного хоботка у них нет. Питаются осы разнообразной пищей: они ловят и убивают мух и других насекомых; некоторые виды отнимают у пчел мед; многие осы любят лакомиться нектаром цветов, сладкими плодами и сахаристым соком, кото-

рый вытекает из поврежденных деревьев¹.

«Общественные» осы. Подобно пчелам, осы отличаются высоким развитием инстинктов, которые выражаются в различных способах охоты за добычей, в уходе за потомством и в постройке гнезд. Среди ос, как и среди пчел, есть виды, живущие одиночно, у которых имеются только самцы и самки, и виды «общественные», у которых склад их семейной жизни имеет много общего с жизнью шмелей.

Из «общественных» ос в центральных областях СССР часто встречаются оса обыкновенная, оса саксонская и шершень. Обыкновенная оса (черная с желтым рисунком на голове, на груди и на брюшке) устраивает свои гнезда под землей, на глубине 20—30 см от поверхности. Так называемая саксонская оса (похожая по расцветке на предшествующий вид) обыкновенно строит свои круглые серые гнезда на чердаках и под крышами сараев или подвешивает их на ветвях кустарников (рис. 278). Наконец, шершень — самая крупная из наших ос (рис. 279) с буро-ватым телом и темно-желтым рисунком — поселяется в дуплах деревьев. Основание гнезду у «общественных» ос кладет перезимовавшая матка; из отложенных ею яичек выходят сначала только рабочие осы и лишь к концу лета появляются самцы и молодые матки. К зиме семья распадается, и от нее остаются только молодые матки (ср. со шмелями). Гнездо свое осы строят из пережеванной древесины, смешанной со слюной и образующей массу, которая и по виду и по составу похожа на серую оберточную бумагу. Соты располагаются горизонтально (рис. 280), и их ячейки служат колыбельками для личинок, которых матка или рабочие осы выкармливают разжеванным в кашицу мясом убитых насекомых.

В начале зимы осмотрите чердаки и сараи и поищите там осиные гнезда. Найдя гнездо, снимите его (оно уже необитаемо) и для изучения его устройства отрежьте ножницами половину одевающей

¹ На воздухе древесный сок бродит с образованием спирта (винный запах!), и здесь можно наблюдать ос и других его потребителей в явно «нетрезвом» состоянии.

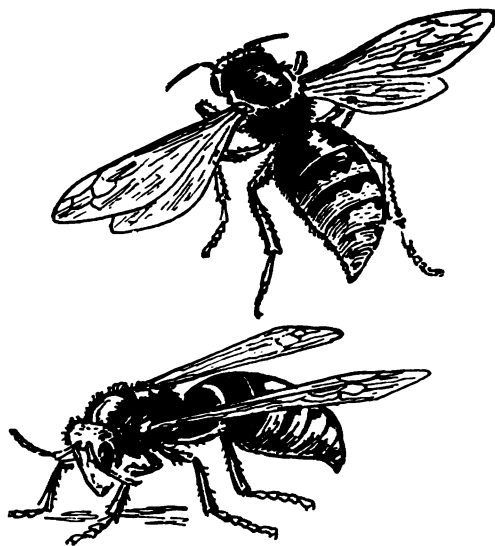


Рис. 279. Шершни (натур. велич.).

его покрывки (проведите разрез от летного отверстия к основанию гнезда и такой же разрез с противоположной стороны гнезда; затем близ основания гнезда соедините оба разреза и осторожно удалите подрезанную оболочку).

Одиночные осы. У некоторых одиночных ос, которые не ухаживают за своими личинками, а, подобно пчеле-халикоме, заготавливают для них пищу впрок, чрезвычайно интересен способ, посредством которого достигается сохранение провизии в свежем виде. Эти осы не убивают добычу, предназначенную для личинок, а парализуют ее, делая жалом уколы в ее нервные центры и лишая способности двигаться. Пораженное насекомое остается живым; оса откладывает на него яйцо и покидает норку, а вылупившаяся личинка начинает живьем поедать свою беззащитную жертву. Отдельные виды ос специализировались на насекомых какой-нибудь одной определенной группы: так, например, обыкновенная *песчаная оса-аммофила* (рис. 281) посит в норки парализованных гусениц ночниц (чаще всего «озимых червей»); другие виды ос парализуют сверчков, жуков-долгоносиков, жуков-златок, мух, пауков и т. д., (рис. 282).

Здесь, как и у одиночных пчел, мы видим примеры очень сложных и целесообразных наследственных инстинктов: вышедшая из своей подземной колыбели оса без всякого научения «умеет» определить насекомое, которое

пригодно для питания ее личинок, и, мало того, «знает» даже его анатомию и физиологию, безошибочно находя жалом те нервные центры, которые управляют движениями насекомого. Однако наряду с такой «мудростью» инстинкта вмешательство человека обнаруживает и его ограниченность: отнимая у осы положенное уже в норку насекомое с прикрепленным к нему яйчком, Фабр наблюдал, как оса, слазив в ограбленную норку, продолжает

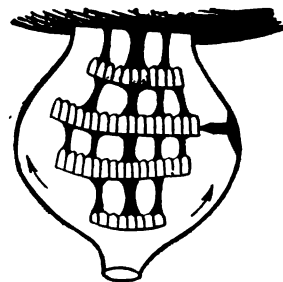


Рис. 280. Осиное гнездо в разрезе (схема).

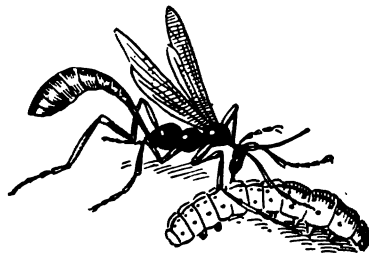


Рис. 281. Аммофила тащит в норку парализованную гусеницу.

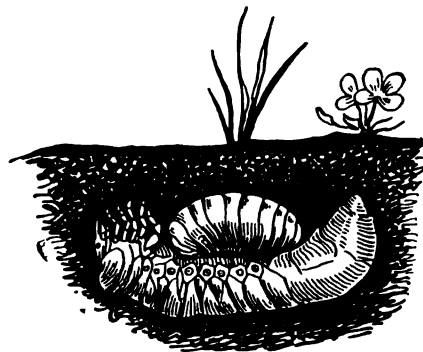


Рис. 282. Личинка осы сколии поедает парализованную личинку жука.

ее заботливо запечатывать, хотя это занятие и потеряло теперь всякий смысл (ср. с опытами над пчелою-каменщицей)¹.

МУРАВЬИ

Муравьи также принадлежат к отряду перепончатокрылых и представляют большой интерес в биологическом отношении, так как у них «общественная» жизнь складывается в еще более сложных формах, чем у ос и пчел.

Состав колонии. В солнечный летний день — обыкновенно после полудня — возле муравейника удается иногда наблюдать интересную картину брачного

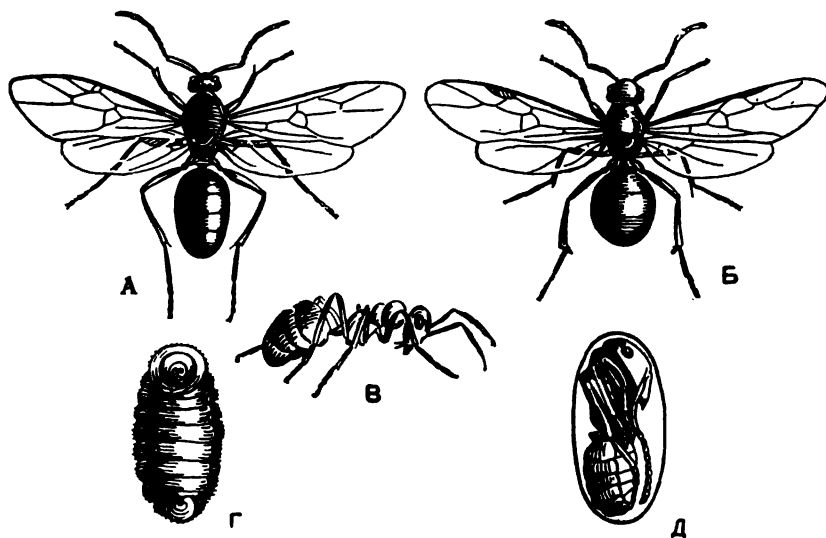


Рис. 283. Рыжий лесной муравей (увеличено в 2 раза):

А — самец; Б — самка; В — рабочий; Г — зрелая личинка; Д — куколка.

вылета молодых самок и самцов. И те и другие отличаются от обыкновенных рабочих муравьев более крупной величиной и большими крыльями (рис. 283).

¹ Интересные подробности о жизни ос и об их инстинктах см. в книге Фабра «Жизнь насекомых» (М., Учпедгиз, 1963). В книге Б. С. Шербакова «Насекомые как объект школьной работы» одиночным пчелам и осам посвящена особая глава (стр. 143—264; имеется цветная таблица с изображениями отдельных видов).

Самцы после брачного полета погибают, погибает и некоторая часть самок (в это время за муравьями охотятся птицы и стрекозы), а уцелевшие самки возвращаются в гнездо или основывают новую колонию.

Спустившись на землю, молодые матки обрывают у себя крылья, которые в дальнейшем только бы мешали им при их жизни внутри гнезда, а затем в течение нескольких лет занимаются откладкой яиц. В отличие от пчел, у муравьев бывает в одном гнезде по несколько маток. Огромное большинство населения муравейника состоит из бескрылых рабочих муравьев — особой формы самок, приспособленных не для размножения, а для выполнения различных работ. На их долю приходится постройка и починка общего гнезда — муравейника, уход за яйцами, личинками и куколками (рис. 284), доставка провизии, защита муравейника и борьба с муравьями других видов, принимающая иногда характер настоящих военных действий. У некоторых видов, кроме обычной формы рабочих, имеются еще так называемые «солдаты» — крупные и сильные женские особи, вооруженные огромными челюстями и применяющие этот орган преимущественно для целей защиты и нападения. Очень своеобразное разделение труда наблюдается у мексиканских *медовых муравьев*, у которых часть рабочих муравьев обратилась в живые кадки для меда. Брюшко их раздувается до размеров ягоды крыжовника, они уже не могут шевелиться и неподвижно сидят в гнезде; когда сохраняемый в них мед понадобится, они отгрызают его и кормят своих товарищей.

Наблюдения и опыты. В наших хвойных лесах часто встречаются большие конусообразные гнезда *рыжего лесного муравья* (*Formica rufa*). Найдя такой муравейник, проследите, куда идут дороги, по которым движутся взад и вперед рабочие муравьи. Постарайтесь проследить, куда забираются муравьи по стволу дерева и что они

там делают. Попробуйте положить на муравьиной дороге кусочек сахара или конфеты, кусочки мяса, мертвых насекомых, гусениц, червей: как отнесутся муравьи к различным видам предложенной им пищи? Попробуйте потревожить палочкой спускающегося по стволу муравья и наблюдайте, какую оборонительную позу он примет. Выясните, какое значение имеет в этом случае изгибание брюшка. Вместо палочки потревожьте муравья кусочком синей лакмусовой бумажки: что с ней произойдет? Преодолев боль, дайте муравью укусить вашу руку: как он это делает и почему укус такого маленького существа является очень болезненным? Слегка потревожьте муравьев, ползающих на поверхности муравьиной кучи, и когда они начнут беспокоиться и суетиться, приблизьте руку (или платок) к муравейнику и подержите ее на расстоянии около 1 см от муравьев. Понюхав после этого руку (платок), вы почувствуете острый запах муравьиной кислоты, которой муравьи защищаются от нападений. Поймайте на дороге несколько муравьев и попробуйте посадить их: 1) в их собственный муравейник, 2) в другой муравейник таких же рыжих лесных муравьев и 3) в гнездо какого-нибудь другого вида, например черного муравья. Как отнесутся к ним обитатели муравейника? Каким образом муравьи могут отличать своих от чужих (при огромной численности населения муравейника едва ли они могут знать всех своих товарищей «в лицо»), какое значение имеют для них постоянно находящиеся в движении усики и как могут ориентироваться и работать муравьи в подземных галереях своего муравейника?

Заботы о потомстве. Рабочие муравьи (а при основании колонии сама матка) заботливо охраняют крошечные яички, отложенные маткой, кормят и чистят личинок, ухаживают за куколками, переносят их ближе к поверхности либо в глубину гнезда — смотря по условиям температуры и освещения, помогают новорожденным насекомым выбраться из оболочки кокона. Личинок и особенно куколок часто случается находить в потревоженных гнездах (например, под лежащими на



Рис. 284. Часть муравьиного гнезда в разрезе. Верхние камеры с яичками, средняя с личинками, нижняя с коконами.

земле камнями или досками, где гнездится мелкий луговой муравей). Беспомощные членистые червеобразные существа — это личинки, а то, что в просторечии слышит под именем «муравьиных яиц», представляет собой шелковистые коконы рыжего лесного муравья (попытайтесь осторожно острыми кончиками тонких анатомических ножниц или кончиком иглы вскрыть шелковую оболочку кокона, чтобы рассмотреть скрытую под ней куколку).

Смешанные колонии. По опушкам лесов и по лесным полянам часто попадают муравейники в виде невысоких бугорков, примыкающих к какому-нибудь гнилому пню. Это гнезда так называемого *крово-красного муравья* (*Formica sanguinea*). Понаблюдайте за муравьями, которые копошатся на поверхности такого муравейника: все ли рабочие одинаковы между собой и не окажется ли среди красноватых муравьев также и более мелких, темно-бурых? Если вы таких муравьев найдете, перед вами одно из интереснейших биологических явлений: темные муравьи принадлежат к другому виду («бурые муравьи») и являются «рабами», которых крово-красные муравьи в виде куколок захватили при нападении на гнездо темно-бурых муравьев. Таким образом, община состоит здесь из особей, имеющих различное происхождение и принадлежащих к двум различным видам, причем и «хозяева» муравейника и их «рабы» одинаково трудятся на пользу того гнезда, в котором они покинули оболочку куколки и впервые увидели свет.

Гораздо более ярко выраженными «рабовладельцами» являются *муравьи-амазонки* (*Polyergus rufescens*) — крупные рыжеватые муравьи, встречающиеся в южных районах СССР. Община этих муравьев совершенно не может существовать без «рабов», так как все рабочие муравьи этого вида превращены в «солдат». Они вооружены сильными и острыми жвалами, которыми легко прокусывают головы своих врагов. Однако из-за слабого развития нижних челюстей и нижней губы они совершенно не способны сами кормиться и погибают от голода среди больших запасов пищи, если к ним не по-

садить «раба», который бы мог передать им корм изо рта в рот. Муравьи-амазонки идут в бой большими сомкнутыми колоннами и легко одолевают темно-бурых муравьев, похищая у них куколок.

Разнородность населения муравейника зависит и от других причин. Иногда случается, что молодая матка после брачного вылета попадает не в свое гнездо, а в чужое и иногда даже в гнездо другого вида. В результате опять-таки получается община, члены которой уже не связаны между собой кровным родством, как это бывает в семьях пчел и ос, и мы имеем здесь уже не семью, а «колонию». Вдобавок, помимо самих муравьев, в их гнездах встречаются еще *мирмекофилы* («муравьелюбцы») — так называют различных мелких насекомых, личинок и паукообразных, которые приспособились к жизни в муравьиных гнездах и не встречаются в другой обстановке. Одни из них играют здесь роль «домашних животных», доставляя муравьям лакомые для них выделения своего тела; другие являются бесполезными и безобидными сожителями муравьев, которые не обращают внимания на их присутствие; третьих можно до некоторой степени сравнить с крысами и мышами наших жилищ; имеются, наконец, и настоящие паразиты, причиняющие муравьям большой вред.

Особенности психической жизни. В отношении психической одаренности муравьи превосходят и ос и пчел. У них мы встречаем нечто вроде «скотоводства» (уход за их «дойным скотом» — тлями, для которых некоторые виды устраивают особые «скотные дворы», рис. 285, 286).

Среди южноамериканских видов встречаются также муравьи-«огородники», которые разводят в своих гнездах некоторые грибки и даже культивируют их, улучшая качество получаемого продукта.

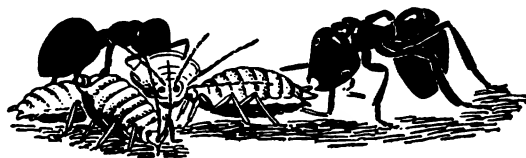


Рис. 285. Муравьи и тли (увеличено).

Опыты и наблюдения показывают, что в основе действий у муравьев, как и у других перепончатокрылых, лежат сложные наследственные инстинкты (например, новорожденные муравьи-«скотоводы» без всякого научения со стороны старших начинают «заботиться» о положенных к ним в гнездо яйцах тлей).

Значение муравьев для человека. Для человека деятельность муравьев имеет и положительное и отрицательное значение. Наши рыжие лесные муравьи полезны для нас истреблением вредителей леса, поэтому заслуживают покровительства и охраны, а маленький *домовый муравей* (*Monopodium pharaonis*) приносит вред, забираясь в кладовые и буфеты и портя провизию. Муравьи, гнездящиеся в земле, вместе с дождевыми червями принимают видное участие в почвообразовательных процессах, способствуя разрыхлению и перемешиванию почвы, но в то же время некоторые из этих видов (например, жел-

тый *земляной муравей*) своими земляными сооружениями способствуют образованию кочек и затрудняют сенокос¹.

ШЕЛКОВОДСТВО

Родиной *шелковичного червя* (рис. 287), или, правильнее, *тутового шелкопряда* (*Bombyx mori*), считают Китай, где уже за 4½ тысячелетия до наших дней занимались шелководством. В диком состоянии эта бабочка в настоящее время уже не встречается, и только на Гималаях были найдены ее близкие родичи. Из Китая шелководство еще в древние времена проникло в Индию, Японию, Среднюю Азию и оттуда в Персию. В странах Южной Европы шелководство появилось в VIII веке и особенно сильно развивалось в Италии. В пределах СССР главными центрами шелководства являются Узбекистан, Таджикистан и Азербайджан.

Ценный продукт, доставляемый шелко-
вичным червем, по своей природе вполне соответствует тем шелковым паутинкам, которые выпускают гусеницы других бабочек в различных случаях своей жизни. Гусеницы, живущие целыми семьями, устраивают при помощи таких нитей свои «паутинные гнезда»; на тонких шелковинках повисают сорвавшиеся с ветки мелкие гусеницы, и это предохраняет их от падения на землю; из таких же нитей гусеницы устраивают себе «лестницы» для передвижения по гладким поверхностям (например, стенкам стеклянной банки). Наконец, особенно важное значение шелковистые нити имеют для прикрепления или для защиты неподвижных куколок; мы уже знаем те приспособления, при помощи которых подвешиваются куколки дневных бабочек и те коконы, ко-



Рис. 286. «Скотные дворы» муравьев.

¹ По биологии муравьев исключительную ценность представляет книга И. Халифмана «Муравьи» (изд. «Молодая гвардия», 1963). Тому же автору принадлежит и популярная книга «Пароль скрепленных антенн» (Детгиз, 1958). В неоднократно упоминавшейся книге Б. С. Щербакова муравьям и работе с ними отведены стр. 124—152, 277—295 (польза рыжего лесного муравья и его охрана, наблюдения над муравьями, устройство и заселение формикариев).

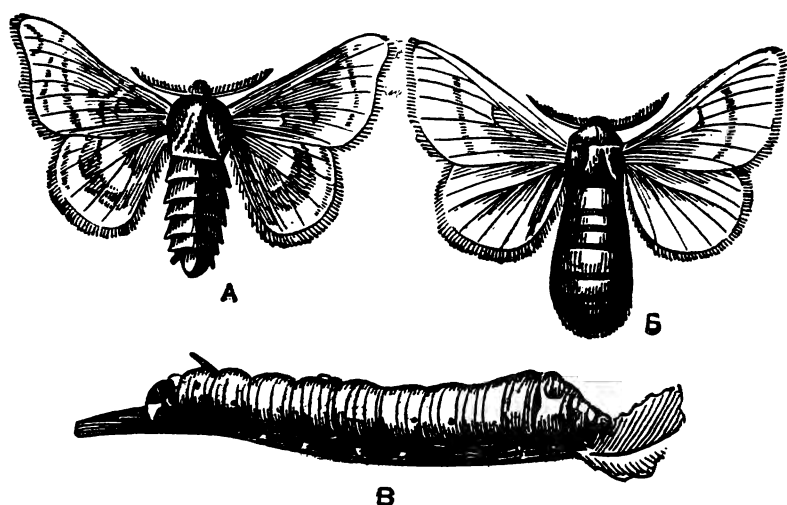


Рис. 287. Тутовый шелкопряд:
А — самец; Б — самка; В — гусеница.

торые устраивают перед окукливанием различные шелкопряды и моли.

Понаблюдайте за любой гусеницей, выпускающей шелковую нить, и заметьте, откуда эта нить выделяется. Проследите работу гусеницы какого-нибудь шелкопряда (кольчатого, травяного, непарного и т. п.), когда она начинает завивать кокон (рис. 288).

Корм. Природным кормом для шелковичного червя служат листья тутового дерева, или шелковицы, разводимой с этой целью в странах с умеренно теплым климатом, где главным образом и развито шелководство. Для того чтобы распространить шелководство в более северных областях, где шелковицу не разводят, делались опыты замены этого кормового растения другими. Оказалось возможным выкармливать шелкопрядов листьями тау-сагыза

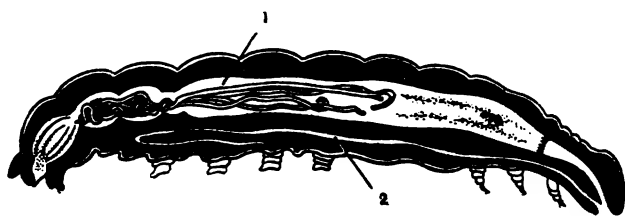


Рис. 288. Схема продольного разреза гусеницы шелкопряда:

1 — кишечный канал; 2 — шелковичная железа.



Рис. 289. Самец и самка тутового шелкопряда.

Самка занята откладыванием грены.

(иначе скорцонеры, или козельца) — довольно крупного сложноцветного растения с желтыми соцветиями, растущего в степной части СССР и местами разводимого на огородах («сладкий корень»). Кроме того, были удачные попытки выкармливания шелковичных червей листьями других, еще более распространенных сложноцветных — ястребинки и одуванчика.

Грена. Еще в зимнее время шелковод должен позаботиться о получении яиц шелкопряда — так называемой грены (рис. 289). Для производства грены, то есть для разведения шелкопряда на племя, существуют особые гренажные заведения и шелководные станции. Благодаря этому достигается подбор соответствующего племенного материала и предупреждается распространение среди червей губительных для них повальных болезней, передаваемых потомству зараженными производителями.

Зимой, пока нет корма, грену сохраняют в нетопленном помещении. С наступ-

лением весны грену «оживляют», перенося ее в теплую комнату: сначала ее держат при 15° С, а затем, когда корм для гусениц будет обеспечен, постепенно, в течение нескольких дней, доводят температуру до 25—27° С. (Прежде, когда шелководство велось еще первобытным способом, для «оживления» грену иногда носили в мешочке за пазухой: через 8—12 дней под влиянием тепла человеческого тела из яичек выходили молодые гусенички.)

Гусеничная стадия. Гусеничная стадия продолжается дней 30—40. За это время гусеницы 4 раза линяют (каждый раз перед этим они «спят», как и гусеницы других бабочек). Новорожденные гусенички темного цвета и покрыты пушистыми волосками; взрослые гусеницы голые и беловатого цвета.

Выкормку «червей» производят на особых этажерках с полками из камышовой плетенки или из коленкора, натянутого между двумя продольными перекладинами. На полку кладется лист оберточной бумаги («подстилка») и по нему равномерно раскладывается корм. По мере роста «червей» для них будет требоваться все больше и больше места, и для того чтобы выкормить 5 г грену, нужно иметь 5 полок размером 1×2 (м) каждая (рис. 290).

Чтобы не повредить гусениц, их не следует брать руками, а для того чтобы заставить их переползти на свежий корм или разделить «червей», которым стало тесно на одной полке, применяют особые приспособления: для самых маленьких гусеничек — редкий тюль, а для более крупных — «съемники» из плотной оберточной бумаги, в которых проделаны частые круглые отверстия, немного крупнее, чем толщина «червя» соответствующего возраста. Тюль или бумажный съемник накладывают сверху на червей и поверх него кладут свежие листья; тогда гусеницы через отверстия переползают на предложенный корм. Домашнее состояние изнежило шелковичных червей: в раннем возрасте их приходится кормить не целными листьями, а мелко изрезанными; случайно упавшая гусеница не способна сама добраться до корма. Зато малопо-

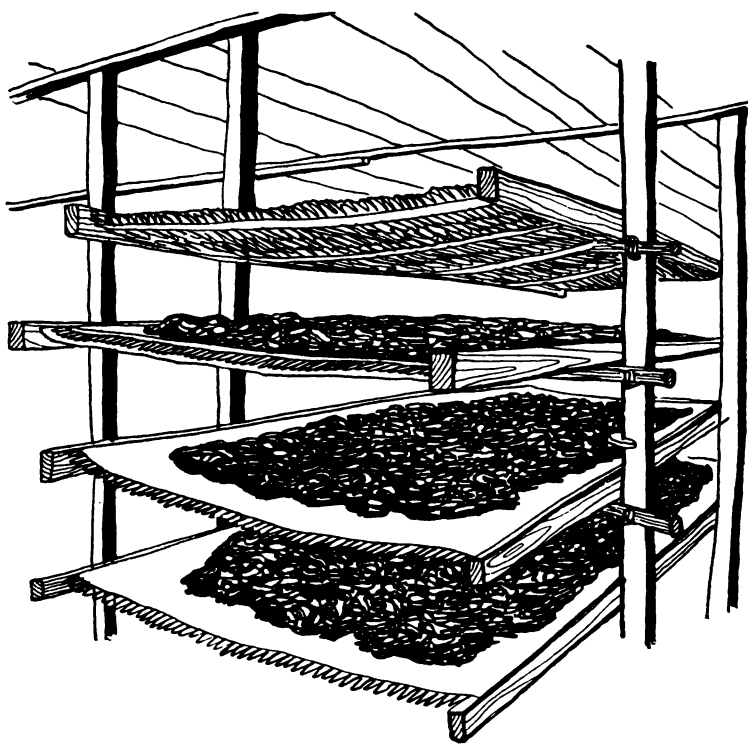


Рис. 290. Червоводня с кормовыми этажерками.

движные гусеницы спокойно сидят по своим полкам и не расползаются, что представляет большое удобство для шелководы.

Завивка коконов. Для завивки коконов (рис. 291) «червям» предоставляют венчики из сухих прутьев или кучки древесных стружек. Подобно другим домашним животным, тутовый шелкопряд образовал в домашнем состоянии множество пород, которые различаются между собой по цвету коконов (бывают коконы белые,

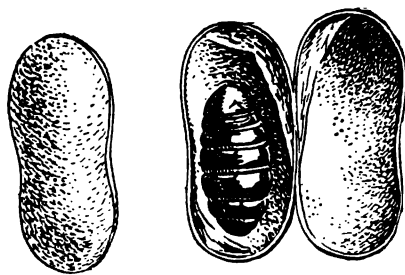


Рис. 291. Коконы (целый и вскрытый).

желтые, розоватые и зеленоватые), по величине и форме.

Бабочки. Недели через 2—3 из коконов выходят беловатые и довольно невзрачные бабочки; самцов можно отличить по перистым усикам (значение?), а самок — по толстому брюшку; подобно нашим шелкопрядам, эти бабочки не имеют хоботка, живут недолго и должны сразу отложить несколько сотен яиц (до 500). Влияние одомашнивания сказалось в том, что бабочки также утратили подвижность, и даже самцы, которые у диких форм действительно отыскивают самок, почти совсем не могут летать и только трепещут своими крыльшками. Шелкопряд имеет одно поколение в год, и отложенная самками гrena остается зимовать.

Замаривание и сушка коконов. После выхода бабочки в кокон остается отверстие; подобно нашим шелкопрядам, бабочка разрушает здесь стенку кокона, смачивая ее выделяемой изо рта едкой щелочной жидкостью. Такие коконы уже не годятся для размотки шелка, так как шелковая нить оказывается в этом случае прерванной. Поэтому для промышленного использования коконов их «замаривают», убивая куколок действием высокой температуры. Над вмазанным в печь котлом с кипящей водой устанавливают одно над другим три решета; два верхних наполняют коконами, а сверху покрывают их опрокинутой кадкой с отверстием для выхода пара. Минут через 15—20 горячий пар убивает куколок. После этого коконы сушат и отправляют для размотки на шелк.

1 кг сырых коконов после сушки теряет около $\frac{2}{3}$ своего веса и при размотке дает 85—90 г шелка-сырца.

Путем выведения и внедрения в практику новых пород удастся увеличить количество выкормок за год с одной до трех, а в отдельных случаях даже до восьми, чем, конечно, увеличивается и годовая продукция коконов.

Советское государство оказывает колхозному шелководству огромную помощь, организуя пункты, где производится «оживление» грен, распространяя сеянцы и саженцы тутового дерева и подготавливая тысячи инструкторов по шелководству.

Китайский дубовый шелкопряд

В середине прошлого столетия шелководство в Западной Европе переживало тяжелые времена: среди гусениц тутового шелкопряда распространились повальные болезни, вызвавшие массовую гибель «червей». Это бедствие заставило, во-первых, искать научно обоснованные средства для борьбы с заболеваниями шелколичных «червей». К этой работе был привлечен знаменитый Пастер, и ему удалось выяснить природу болезни и выработать предупредительные меры против ее распространения, которые с той поры прочно вошли в практику шелководства. Вместе с тем большая смертность шелколичных «червей» вызвала попытки заменить тутового шелкопряда другими видами, дающими пригодный для промышленного использования шелк. Два вида таких «диких» шелкопрядов уже разводили в Китае и Японии; из доставляемого ими шелка там изготовлялись ткани, хотя и несколько более грубые по сравнению с обычными шелками, но отличающиеся большей прочностью (чесуча).

Значение чесучевого шелководства. В настоящее время у нас в СССР получает все более и более широкое распространение разведение одного из таких «диких» шелкопрядов — так называемого *китайского дубового шелкопряда*. Так как кормовым растением для гусениц этой бабочки служит дуб, который может быть заменен также березой, то шелководство становится возможным и в тех районах, где выкормка тутового шелкопряда встречается с большими практическими трудностями. Распространение дубового шелкопряда имеет большое значение не только в связи с возрастающими потребностями населения в красивых и прочных тканях, но и в связи с задачами обороны страны: прочный шелк китайского дубового шелкопряда доставляет лучший материал для парашютов, которые получают широкое применение в технике современной войны.

Биология дубового шелкопряда. Китайский дубовый шелкопряд (*Antheraea pernyi*) — очень красивая и крупная бабочка

(до 15 см в размахе крыльев), окряно-желтого цвета, с широкими, заостренными на вершине крыльями, на которых расположено по крупному глазчатому пятну с прозрачным «кошечком» в середине. Самки и самцы сходны по своему внешнему облику, но, как и у других шелкопрядов, самец отличается пышными перистыми усиками (орган обоняния!), а самка — толстым брюшком, содержащим уже вполне готовые к откладке яйца. В диком состоянии эта бабочка водится не только в Китае, но и в южных районах нашего дальневосточного края (здесь — в форме географического уссурийского под-вида).

Зимует шелкопряд в стадии куколки. Весной из коконов выходят бабочки и немедленно приступают к спариванию. Самка откладывает около полутораста крупных бурых яицек, из которых дней через 8—12 выходят гусеницы. Первоначально они черного цвета, но после первой линьки становятся зелеными. Они малоподвижны; в природных условиях их защищает от преследователей покровительственная окраска цвета листвы.

На взрослой гусенице благодаря ее крупным размерам особенно хорошо можно рассмотреть характерные особенности, свойственные гусеницам чешуекрылых, — строение головы с ротовым грызущим аппаратом, форму настоящих и ложных ног, дыхальца, расположенные по бокам тела.

Через 30—50 дней после выхода из яйца, совершив 5 линек, гусеницы начинают завивать плотные, снаружи буроватого цвета коконы, из которых дней через 20—25 выводятся бабочки. В условиях более продолжительного лета своей настоящей родины и наших южных районов китайский дубовый шелкопряд дает еще новое поколение гусениц, которые к осени успевают закончить свое развитие и завивают коконы, остающиеся зимовать.

Разведение дубового шелкопряда. В более северных районах приходится уже искусственно создавать для китайского дубового шелкопряда соответствующие климатические условия. Зимующие коконы нельзя оставлять на морозе, их приходится дер-

жать в помещении с температурой в +2—+5° С, подвешивая их нанизанными на нитку где-нибудь около окна. К весне, еще до наступления тепла, коконы переносят в теплую комнату, где в апреле из них начинают выводиться бабочки. Ко времени выхода гусениц из отложенных яиц необходимо заготовить для них корм в виде свежей дубовой или березовой листвы, пускающейся на заранее срезанных и помещенных в комнату ветках.

Таким способом, искусственно удлиняя для дубового шелкопряда наше северное лето, можно получить за год два урожая коконов, а племенной материал довести до той стадии, в которой этот шелкопряд способен пережить зиму.

Разведение китайского дубового шелкопряда представляет одну из благоприятнейших тем для работы юных натуралистов. Во-первых, объект наблюдений представляет большой интерес с чисто биологической стороны, привлекая юннатов уже своими необычными для бабочек размерами и красотой форм; во-вторых, — и это особенно важно и ценно — работа с ним может иметь и крупное производственное значение, если юннатские кружки ведут агитацию и пропаганду среди окружающего населения, снабжают колхозы племенным материалом и инструктируют колхозников по вопросам разведения шелкопряда. Этим юные натуралисты могут оказать большое содействие дальнейшему развитию шелководства в нашей стране и продвижению его в новые районы.

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ИЗМЕНЧИВОСТИ У БАБОЧЕК

При изучении класса насекомых мы неоднократно встречались с яркими примерами изменчивости, либо непосредственно наблюдаемыми в природе, либо искусственно воспроизводимыми в условиях эксперимента. Знакомиться с ними приходилось главным образом по литературным данным, однако есть одна область, где экспериментальная работа вполне доступна и натуралистам-любителям и юннатским кружкам (в летние месяцы) —

речь идет об искусственном получении температурных морф¹ у некоторых видов бабочек. Здесь экспериментатор может по своему желанию выводить в садке формы, свойственные иным климатическим зонам или же совсем не встречающиеся в современной природе.

Отправным пунктом для такого рода опытов послужили явления сезонного диморфизма, направившие внимание исследователей на изучение изменчивости бабочек при действии на куколку пониженной или повышенной температуры.

Классическим примером сезонной изменчивости, наблюдаемой в природе и воспроизводимой в экспериментальных условиях, служит наша *пестрокрыльница* (*Araschnia levana* с ее морфами *prosa*, летающей летом, и *roga*, иногда появляющейся осенью). Различие между ее весенним и летним поколениями настолько значительно, что Линней описал их под разными видовыми названиями (цветн. табл. IV).

Возник вопрос: обнаружится ли подобная изменчивость у тех видов, у которых куколки не подвергаются действию зимних холодов и проходят свое развитие при обыкновенной летней температуре, а перезимовывают уже взрослые бабочки?

Особенно благодарным объектом для таких опытов оказались куколки обыкновенной *крапивницы* и нескольких близких к ней видов — *павлиньего глаза*, *многоцветницы*, *траурницы*, *адмирала*, *чертополоховки*, до недавнего времени относимых к одному роду «ванесс» (*Vanessa*). Классические исследования в этом направлении были проведены на рубеже XIX и

XX столетий швейцарскими энтомологами М. Штандфуссом и Э. Фишером.

Большинство искусственно полученных температурных морф не встречается в природных условиях, но они могут дать нам представление о том, какой внешний вид имели предки наших современных ванесс, жившие в условиях более сурового климата в конце ледниковой эпохи («холодовые» морфы), или о том, как могут измениться современные виды при изменении климата в сторону потепления («тепловые» морфы). У широко распространенной крапивницы ее «холодовая» морфа, имеющая более темную окраску, оказалась сходной с разновидностью, летающей в наиболее северных районах области распространения этого вида (форма «полярная»). Противоположными по своему характеру признаками более светлой, «тепловой» морфы обладает так называемая «турецкая» форма крапивницы, которая летает у нас в закавказских республиках и по своему внешнему виду приближается к уже обособившемуся средиземноморскому островному виду *Vanessa ichnusa* (острова Сардиния и Корсика).

Дальнейшие эксперименты показали изменчивость бабочек и в результате воспитания на холоде (около +7° С) их гусениц, причем темпы их развития замедлялись приблизительно в десять раз.

Для получения «холодовых» морф наших обыкновенных ванесс — крапивницы и ее сородичей — следует поместить в садок целый выводок гусениц того или другого вида и довести их до окукливания. Затем свежих куколок в возрасте нескольких часов — как только у них пропадет их первоначальный маслянистый глянец (но не раньше!) — нужно переместить в какую-нибудь жестянку с отверстиями для вентиляции и в таком виде подвергнуть действию пониженной температуры: куколок в жестянке помещают на ледник погреба или в холодильник с температурой чуть выше 0° и в такой обстановке выдерживают около 4 недель. После этого куколок следует перенести в садок, содержать в условиях обычной комнатной температуры и через 1—1½ недели ожидать выхода бабочек. Несколько куколок из того же выводка необходимо оставить

¹ Термин морфа был предложен зоологом А. П. Семеновым-Тянь-Шанским для тех форм, которые возникают в результате групповой изменчивости под непосредственным воздействием измененных внешних условий, не передавая своих признаков потомству, развивающемуся уже в иных условиях внешней среды (генетики относят их к числу модификаций). Так, у многих бабочек в природе образуются весенние и летние (а иногда также и осенние) морфы, а в условиях эксперимента или под влиянием необычной погоды — морфы холодные и теплые. Ихтиологи отличают у некоторых пресноводных рыб особые озерные морфы.

с самого начала в нормальных условиях в качестве контроля (цветн. табл. IV).

Формы с еще более значительным изменением рисунка на крыльях («крайние» формы) получают в результате воздействия на куколку температуры ниже 0° или, наоборот, температуры, повышенной до +42 — +46° С. (Интересно, что действие и мороза и высокой температуры вызывает появление тождественных «крайних» форм; очевидно, и в том и другом случае ненормальные условия нарушают обмен веществ развивающейся куколки.)

В лабораториях для получения «тепловых» и «крайних» форм пользуются термостатом, а автору этой книги еще в далекие годы удавалось получать их и «кустарным способом». Он брал кастрюлю с водой и ставил ее на керосинку или пристраивал на штативе над маленькой керосиновой лампой. Отрегулировав пламя так, чтобы нагретая вода держала постоянную температуру в пределах 42—46° С, он погружал в кастрюлю жестянку с куколками.

Куколок следует держать при такой крайней температуре не более 8 часов подряд, подвергая их такому воздействию дважды (в первый и второй день после окукливания).

Как исключительная редкость «крайние» формы в особенно жаркую летнюю погоду встречаются и в дикой природе.

ЧЕМ ОБЪЯСНЯЕТСЯ РАСЦВЕТ КЛАССА НАСЕКОМЫХ

Остановимся еще на вопросе о причинах необычайного процветания класса насекомых, совершенно несравнимого ни с какой другой группой животного мира по обилию и многообразию составляющих его форм.

Защитные окраски

Ознакомление с отдельными видами насекомых уже показало нам, что при всей слабосильности и кажущейся беспомощности этих мелких существ они обладают очень совершенными защитными приспособ-

лениями. Таковы свойственные многим защитные окраски, всегда связанные с определенной нормой поведения и с определенными условиями окружающей среды.

Значение защитных окрасок у насекомых в процессе естественного отбора было в свое время выяснено Уоллесом — одним из основоположников дарвинизма¹. Из русских ученых ценные работы по этим вопросам принадлежат И. А. Порчинскому (1848—1916). В позднейшие годы экспериментальным изучением значения защитных окрасок занимался М. М. Беляев; ему принадлежит популярная сводка по вопросам защитной окраски у животных различных групп². Закономерностям развития рисунка на крыльях бабочек и более углубленному изучению его покровительственного значения был посвящен ряд работ Б. Н. Шванвича³.

Покровительственная, или симпатическая, окраска. Покровительственная окраска зеленой гусеницы или зеленого кузнечика делает этих насекомых почти незаметными среди зелени листьев, где они как раз и держатся. Дневные бабочки в позе покоя — с поднятыми над спиной крыльями — и ночницы-совки с крыльями, кровлеобразно сложенными над брюшком, носят покровительственную окраску на тех именно поверхностях тела и крыльев, которые у спокойно сидящей бабочки бывают обращены наружу, причем окраска эта гармонирует с тем именно фоном, на котором данный вид обыкновенно усаживается на покой (например, с цветом коры дерева). Мы видели, что выражение «покровительственная окраска» еще не определяет какого-либо цветового оттенка, что нет какой-либо покровительственной окраски вообще: защитное значение могут иметь и зеленая, и серая, и

¹ См.: А. Р. Уоллес, Дарвинизм. Изложение теории естественного подбора и некоторых из его приложений, М., 1911.

² См.: М. М. Беляев, Окраска животных и естественный отбор, М., изд. «Советская наука», 1947.

³ См.: Проф. Б. Н. Шванвич, Курс общей энтомологии, М., изд. «Советская наука», 1949 (гл. XIX).

бурая, и пятнистая окраски в зависимости от того, где, на каком фоне и в каком положении особи данного вида обыкновенно держатся.

Некоторые из таких насекомых в момент взлета или непосредственно перед ним внезапно «показывают» преследователю очень яркие цветные пятна на крыльях или на теле, которые были скрыты при сложенных крыльях, и тогда самая неожиданность появления такой отпугивающей, или устрашающей, окраски может привести врага в замешательство и дать насекомому возможность спастись. Такие отпугивающие окраски мы найдем на задних крыльях у крупных ночниц «орденских лент» (*Catocala*), у глазчатого сумеречного бражника (цветн. табл. V), а всего выразительнее они представлены у некоторых наших кобылок (из сем. саранчовых), например у обыкновенной *кобылки-огневки*, которая во второй половине лета с трескучим звуком взлетает у нас из-под ног, раскрывая свои ярко-алые крылья (см. стр. 225).



Рис. 292. Обыкновенные красноклопы (клопы-солдатики).

В их окраске сочетание черного с красным.

Предостерегающая, или предупреждающая, окраска. Мы видели также ряд примеров предостерегающих окрасок, свойственных тем насекомым, которых почему-либо избегают трогать преследователи. Заметные уже издали, иногда как будто расшитые разноцветными шерстяными нитками, мохнатые гусеницы защищены от покушения со стороны птиц своим волосным покровом. Пестрые гусеницы капустницы выделяют едкую слюну и, вероятно, обладают неприятным вкусом. Яркие божьи коровки защищаются выделением пахучей кровяной жидкости из сочленений своих ножек. Чередование черных и желтых колец на брюшке осы и угрожающие движения этого брюшка связаны с присутствием у этих насекомых опасного жала. Во всех этих случаях яркая расцветка служит как бы предостерегающим сигналом для преследователя, который раза два или три «обжегся» на ядовитых, жалоносных или просто противных на вкус насекомых и который в дальнейшем уже будет остерегаться трогать носителей подобной окраски.

И мы видели, что такие яркие, защищенные своей «несъедобностью» насекомые держатся совершенно открыто, часто целыми скопищами или выводками, что у тех из них, которым не приходится самим гоняться за добычей, движения неторопливы и они не обнаруживают стремления спастись бегством и улетать.

Различные типы предостерегающих окрасок. Предостерегающие окраски широко распространены среди насекомых, но в общем могут быть сведены к нескольким типам: птица, которая запомнила, например, красную с черным окраску несъедобной семиточечной божьей коровки, не будет трогать и сходно окрашенных жуков-листоедов и также красных с черным клопов-солдатики, или «казачков» (рис. 292), неспособных к полету и часто встречающихся в старых липовых аллеях. Получается своего рода «взаимное страхование», или «круговая порука», между сходно окрашенными насекомыми, которых по тем или иным причинам перестают беспокоить преследователи.

Так, у обыкновенных божьих коровок и клопов-солдатики предостерегающим зна-

ком служит сочетание ярко-красной и черной окраски, такой же тип расцветки мы найдем у неповоротливых сидящих на цветках бабочек-пестрянок и обильных в степной полосе мягкотелых жуков-нарывников. В других случаях предостерегающее значение имеет сочетание черного и ярко-желтого, как это мы видим на брюшке ос и шмелей, а также у многих гусениц бабочек и у жуков. Особый тип составляет так называемая «светлая предостерегающая окраска», примеры которой мы видели на куколках боярышницы, бабочках златогузки и гусеницах капустницы; еще более ярким образцом этого типа окраски могут служить гусеница, куколка и взрослая бабочка крыжовниковой пяденицы, наносящей вред нашим садам. У жуков часто встречаются зеленоватые или синеватые окраски с сильным металлическим блеском («бронзовые»): мы найдем их у многих жужелиц (рис. 293) — хищных жуков, защищающихся выделением едкой жидкости с пронзительным запахом; у многих ядовитых жуков-листоедов; у сильно пахучих, обладающих нарывными свойствами шпанок («шпанских мушек»); у защищенных необычайно крепким хитиновым панцирем жуков-бронзовок, особенно часто встречающихся летом на соцветиях таволги. У многих других жуков, например среди жужелиц, мы найдем также смолисто-черную с глянцем предостерегающую окраску. К этим типам и может быть сведено все многообразие предостерегающих окрасок у насекомых.

Возникновение предостерегающих окрасок. Нетрудно понять, почему в процессе развития животного мира обладание жалом, колючими волосками, едким или противным вкусом, словом, тем, что делает насекомое «несъедобным», оказывается связанным с предостерегающими знаками в виде ярких окрасок и некоторых особенностей поведения. Если бы несъедобные насекомые не выделялись среди других своей окраской, то преследователи продолжали бы нападать на них, хотя и бросали бы затем убитую добычу из-за ее ядовитости или противного вкуса; поэтому сама по себе несъедобность не спасает животное от гибели и среди непригодных в пищу насекомых скорее могут уцелеть такие,



Рис. 293. Бронзово-зеленая древесная жужелица красотел, нападающая на гусеницу непарника.

у которых это качество оказывается связанным с хорошо заметными внешними признаками.

Впрочем, и при наличии предостерегающих знаков преследователи — вероятно, молодые и неопытные — нередко схватывают таких несъедобных насекомых, но затем вынуждены бывают их бросить; в таком случае способность сохранить жизнь и после тяжелых увечий оказывается очень полезным качеством. И мы можем наблюдать, что как раз носители предостерегающей окраски обнаруживают значительную живучесть: так, например, ярких «несъедобных» бабочек-пестрянок и медведиц, а из дневных крупных и красивых аполлонов (имеющих предостерегающую окраску на нижней стороне крыльев) совершенно невозможно умертвить обычно применяемым для бабочек способом — сдавливанием груди.

Казалось бы, что живучесть — свойство, одинаково полезное для каждого живого существа, но, вероятно, читатель и сам найдет ответ на вопрос, почему оно не развилось в такой же степени у насекомых, не обладающих предостерегающей окраской.

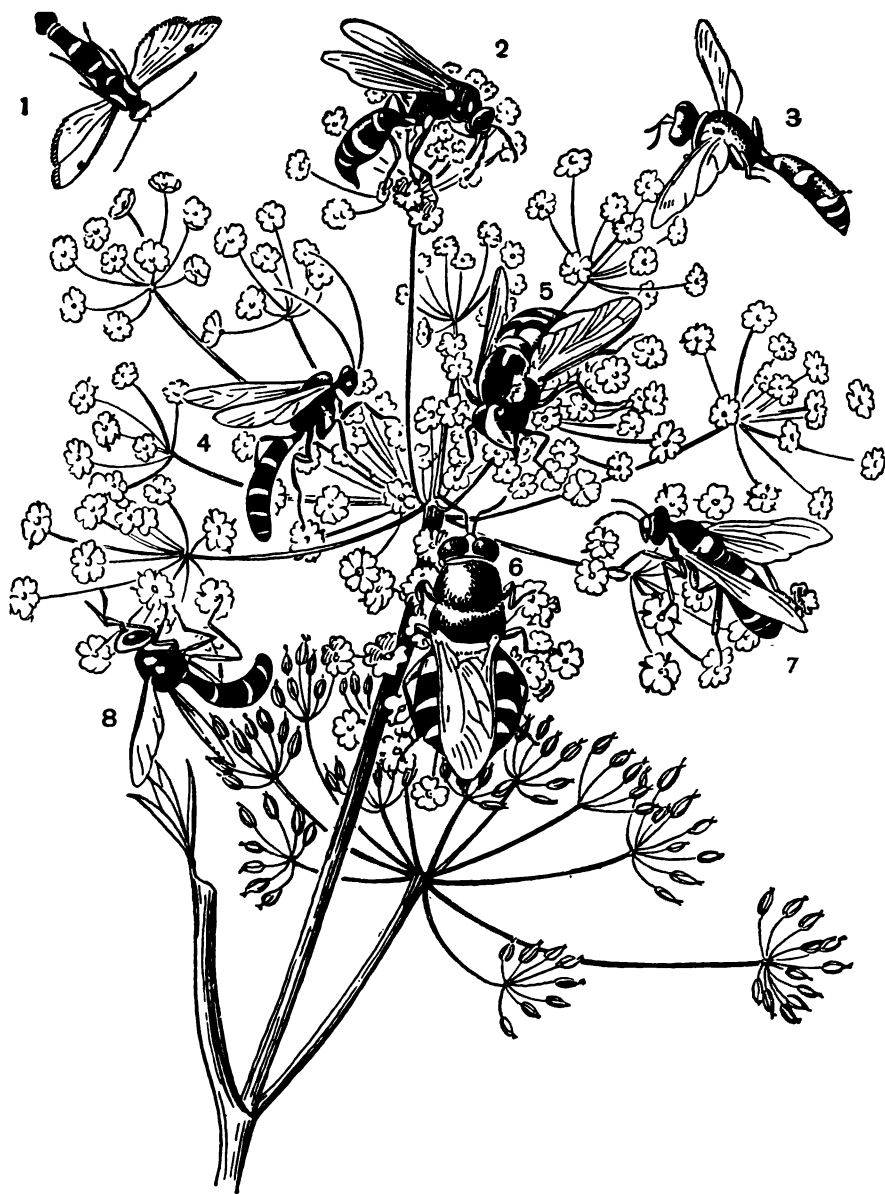


Рис. 294. Мимикрия (насекомые, «подражающие» осам):

1 — бабочка-стекляница, подражатель; 2 — хорошо защищенная оса единера; 3 — роющая оса крабро; 4 — наездник трифон; 5 — муха-сирфида; 6 — муха-львинка; 7 — осовидный пилильщик; 8 — муха-большоголовка.

Мимикрия. Однако яркая расцветка не всегда связана с ядовитостью или грозным жалом, и в этом отношении внешность насекомого может оказаться обманчивой.

Чтобы в этом убедиться, достаточно в летнее время присмотреться к насекомым, посещающим широкие и плоские соцветия различных зонтичных растений (укроп, петрушку, купырь, сныть, дудник и др.).

В большом количестве мы найдем здесь насекомых, которых по общему облику и окраске легко принять за пчел, ос и небольших шмелей. Только внимательно присмотревшись к таким насекомым, мы увидим, что голова у них имеет характерную мушиную форму с короткими усиками и с сосущим хоботком и что крыльев у них только одна пара. Общее сходство

с жалоносными перепончатокрылыми дополняется у этих цветочных мух тем, что они летают именно по цветам, то есть там, где встречаются и их «модели» — пчелы, осы и шмели (другие мухи предпочитают навоз и падаль), и если такую муху мы возьмем пальцами, она с угрожающим видом изгибает свое брюшко, как будто собираясь ужалить.

Однако никакого жала у этих мух, конечно, нет, а по своим вкусовым качествам они могли бы быть вполне съедобными для насекомыхных животных. Их спасает от преследования только их обманчивое внешнее сходство с насекомыми, которых преследователи избегают трогать — в данном случае с жалоносными перепончатокрылыми. Такое защитное приспособление получило название миметизма или мимикрии (рис. 294). В нашей природе в случаях мимикрии «моделями» бывают главным образом пчелы и осы, а «подражателями», кроме уже упомянутых цветочных мух, еще похожие на ос бабочки-стекляницы, некоторые жуки из семейства усачей и двукрылые из семейства долгоножек, напоминающие своим общим обликом песчаных ос или крупных наездников и также прodelывающие «движения угрозы» своим брюшком.

Не следует, конечно, представлять себе, что в этом «подражании» и в «движениях угрозы» имеет место какое-нибудь намеренное притворство или хитрый обман. Как внешние телесные особенности (общий облик и окраска), так и ряд своеобразных и полезных для животного инстинктов (сходные с осами или пчелами движения, соответствующее местопребывание) являются наследственными и прирожденными признаками этих насекомых, сложившимися в процессе естественного отбора: в ряде бесчисленных поколений цветочной мухи те насекомые, которых и по внешнему виду и по повадкам можно было бы принять за ос или за пчел, имели больше шансов уцелеть от преследований и оставить после себя потомство, похожее на родителей, чем те мухи, которые такого сходства не обнаружили.

Среди осовидных мух чаще других встречаются на цветах *журчалки-сирфы*. Это те самые мухи, которые откладывают свои яйца в колонии тлей, служащих пищей для их безногих и безглазых (рис. 220 на стр. 219) пиявкообразных личинок. *Мухи-пчеловидки*, или *ильницы* (рис. 295), в личиночном состоянии живут на дне мелких и сильно загрязненных водоемов. На заднем конце тела личинки имеют длинную способную раздвигаться дыхательную трубку, которую они выставляют на поверхность воды; такая трубка похожа на длинный хвост, почему личинок ильных мух называют «крысками». На небольшого шмеля похожа *журчалка-шмелевидка*; интересно, что и личинки этих мух живут в гнездах шмелей, поедая там трупы погибших шмелиных личинок.

К осени, когда зонтичные уже отцветают, мы в большом количестве найдем мух-пчеловидок на соцветиях сложноцветных — на желтых корзинках одуванчика, на разводимых в садах ноготках. Вообще цветочные мухи посещают только соцветия, состоящие из мелких цветочков, расположенных зонтиками, щитками или корзинками и образующие сплошной помост, по которому эти суетливые насекомые могут ползать взад и вперед. Такие

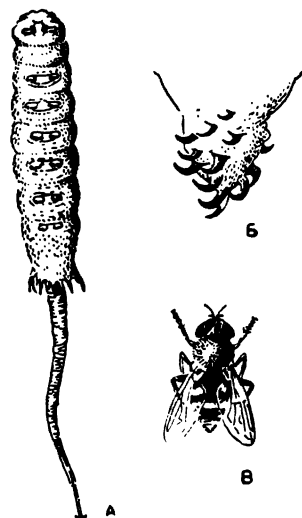


Рис. 295. Муха-ильница:
А — личинка, называемая
«крыской»; Б — нога личинки;
В — взрослое насекомое.



Рис. 296. Шелкопряд «дубовый лист».



Рис. 297. Березовая пяденица (покровительственная окраска под кору березы) и ее гусеница, в «позе покоя» имитирующая торчащий обломок ветки. Внизу изображена куколка.

цветы, как у зонтичных, рябины, бузины или таволги, и опыляются главным образом цветочными мухами («мушинные цветы»).

Охранительное сходство. Избежать преследования могут и такие насекомые, которых по внешнему виду легко принять за какой-либо неодушевленный предмет, не привлекающий внимания насекомоядных животных. Тогда перед нами явления охранительного сходства с такими моделями, как сухой лист, обломок ветки, кусочек гнилушки, птичий помет и т. д. (рис. 296).

В нашей природе превосходные примеры охранительного сходства с обликом сухой

веточки мы можем встретить во второй половине лета среди гусениц некоторых *пядениц* — так называется очень обширное семейство чешуекрылых, гусеницы которых имеют ложные ноги только на задних члениках тела и потому очень своеобразным способом «шагают» по веткам, сразу приближая задний конец тела к переднему и как будто «пядями» измеряя пройденный путь. Нередко можно наблюдать, как гусеницы пядениц сидят совершенно неподвижно, выпрямившись под некоторым углом к ветке; в таком, казалось бы очень неудобном, положении их поддерживает невидимая для глаз тонкая шелковая нить, протянутая от нижней губы к сучку, на котором сидит гусеница (рис. 297). В этой позе гусеницы некоторых видов до полного обмана похожи на обломанную сухую веточку, на которой можно видеть и «поверхность излома» и рубцы, как будто оставшиеся на месте опавших листьев.

В конце лета на пастбищах и около дорог часто попадаются высокие побуревшие метелки конского щавеля, густо покрытые созревшими сухими плодами. Если такую метелку нагнуть и потряхнуть над подведенным под нее сачком или над листом газеты, мы увидим, что с нее свалится несколько штук довольно крупных бурых *клопов-краевиков*, которые на нетронутом растении были совершенно неотличимы от его плодов.

В летнее время по лесам и садам часто можно наблюдать мелких ночных бабочек белой окраски с темно-бурым или черноватым краем, открыто сидящих на верхней стороне широких листьев кустарников или травянистых растений. По-видимому, все подобные виды, принадлежащие к различным семействам, но сходные между собой по общим размерам тела, по типу окраски и по манере усаживаться на поверхность листьев, избегают преследования благодаря своему общему сходству с пятнами птичьего помета, падающего, конечно, тоже на верхнюю сторону листьев.

Сочетание различных защитных приспособлений. Интересный пример как будто бы противоречивого сочетания у одного и того же насекомого и покровительственной, и предостерегающей, и отпугивающей

окрасок с «движениями угрозы» и средствами активной защиты представляет гусеница *гарпии*, или *вилохвоста*, встречающаяся во второй половине лета на ивах и тополях (рис. 298). Она достигает крупных размеров, но благодаря медлительности движений и зеленому цвету ее трудно заметить среди листвы. Но если ее потревожить, то она принимает своеобразную угрожающую позу: она поднимает и поворачивает к преследователю переднюю часть тела с яркими красными и черными отметинами (предостерегающая окраска в типе божьей коровки) и одновременно оттопыривает вверх задний конец тела, оканчивающийся у нее двумя длинными отростками (видоизмененными ложными ногами 5-й пары), причем из этих отростков высовываются еще тонкие и очень подвижные красные жгутики; вдобавок ко всему из особой железы на нижней стороне переднегруди гусеница с силой выбрасывает на врага струйку очень едкой жидкости. (При рассматривании берегите глаза!)

Защитные приспособления против паразитирующих насекомых. Разобранные выше защитные приспособления выработаны естественным отбором в результате преследования насекомых со стороны птиц и некоторых других насекомоядных позвоночных, отыскивающих свою добычу при помощи зрения.

Но, как известно, насекомые подвергаются нападению и со стороны насекомых-хищников (жужелиц, ос, стрекоз), а также и со стороны наездников, личинки которых паразитируют в них на различных стадиях их развития — от яичек до взрослой формы. Таким же способом, как паразиты гусениц — наездники, пристраивают свое потомство *мухи-тахины*, или *ежемухи* (их можно отличить от других мух по щетинкам, одевающим их брюшко). Тахины прикрепляют свои яички снаружи к коже гусеницы, а вылупляющиеся из них личинки пробуравливаются внутрь тела гусеницы, там выкармливаются, приводят гусеницу к гибели, а сами окукливаются, образуя характерный для мух «бочонок».



Рис. 298. Вилохвосты:

слева — гарпия (бабочка, кокон и две гусеницы); справа — гусеница букового вилохвоста в угрожающей позе.

Имеются ли у гусениц какие-нибудь защитные приспособления против нападения на них врагов и из мира насекомых?

Случается наблюдать, как гусеницы пытаются резкими движениями отмахнуться от наездника, облить его жидкостью или спастись от него внезапным падением. Конечно, одним из защитных средств против наездников и хищных насекомых следует считать завивку кокона, дающего укрытие уже совершенно беспомощной куколке.

В некоторых случаях, как показали гистологические исследования советского ученого Н. Ф. Мейера, организм зараженной гусеницы вступает в физиологическую борьбу с яйцом паразита, обволакивая его скоплением клеток крови, причем яйцо погибает и рассасывается. Вообще же оборонительные средства насекомых против нападения их собратьев по классу изучены пока еще очень недостаточно.

Одно из таких приспособлений автору этой книги довелось обнаружить в процессе летней экскурсионной работы со студентами. Обследуя заросли крапивы (дающие, кстати сказать, богатый материал для «полевых» биологических наблюдений), мы часто находили гусениц *большой крапивной огневки* (*Sylepta ruralis*). Находить их было очень легко, так как их присутствие выдавали особым образом свернутые и скрепленные шелковистыми нитями листья; внутри такого укрытия гусеница спокойно кормилась, что было

видно по многочисленным крупинкам ее помета. Вынутая оттуда голубовато-зеленая гусеница начинала проделявать резкие изгибающиеся движения, а затем стремилась быстро уползти и скрыться: поведение, не свойственное большинству других гусениц.

Кто-то из студентов выразил недоумение: в чем же биологический смысл свертывания листьев, указывающего преследователям местонахождение гусеницы, и не полезнее ли ей было бы сидеть на крапиве открыто и малоподвижно?

Готового ответа у руководителя не нашлось, однако в процессе дальнейшей работы на той же экскурсии удалось подойти и к разгадке поставленного вопроса. Среди собранных гусениц огневок некоторая часть оказалась зараженной мухами-тахинами, причем яички оказывались прикрепленными только к передним сегментам тела. Заражение гусениц, как будто бы хорошо укрытых в своем убежище, свидетельствовало о том, что они почему-то особенно привлекательны для тахин, которые ухитряются настигнуть их внутри свернутого листа, а нахождение яичек только на переднем конце тела гусениц, до которого мухе было легче добраться, показывает, что если бы гусеницы этой огневки держались открыто, то они были бы сплошь заражены тахинами и в результате этот вид перестал бы существовать.

Значение других приспособлений для сохранения видовой жизни. Однако было бы неправильно сводить приспособления, помогающие насекомым сохранять свое существование среди подстерегающих их со всех сторон опасностей, только к защитным окраскам, несъедобности или к скрытым убежищам. В действительности защитные приспособления у насекомых гораздо более разнообразны и не ограничиваются только их внешними признаками.

Вспомним нашу обыкновенную комнатную муху. Ее внешность нельзя подогнать ни под одну из защитных окрасок, а между тем, несмотря на обилие питающихся мухами животных, начиная с птиц и кончая пауками и осами, количество их к концу каждого лета бывает огромным.

Причина этого нам будет понятна, если мы обратим внимание, во-первых, на осторожность и увертливость мух, которых поймать бывает не так просто, и, во-вторых, на их большую плодовитость и быстрый темп развития, при котором за лето успевает сменить друг друга около пяти поколений. Таким образом, существование вида «комнатная муха» достаточно обеспечивается, несмотря на все преследования со стороны многочисленных насекомыхоядных животных и на отсутствие у мух каких-либо защитных окрасок. И только вмешательство человека, по-своему изменяющего и перестраивающего природу, сможет положить предел существованию этого докучливого и вредного насекомого путем применения научно обоснованных мер борьбы (см. стр. 246).

Относительность защитных приспособлений

Такие яркие примеры защитных приспособлений, как гусеница пяденицы, в точности имитирующая форму обломанной ветки, как описанная Уоллесом малайская бабочка каллима, воспроизводящая до мельчайших подробностей форму и окраску засохшего листа со всеми его жилками и даже с пятнышками грибной плесени, как безоружная муха, своей внешней формой, расцветкой и угрожающими движениями брюшка «подражающая» жалоносной осе, и т. д., могут показаться проявлением какой-то предустановленной целесообразности в органическом мире, свидетельствующей о существовании мудрого и всеблаготворца вселенной.

Недаром многие ученые додарвиновского периода видели в изучении природы, и в частности в наблюдениях над миром насекомых, «естественный и усладительный путь к великим истинам религии», и недаром один из позднейших антидарвинистов недоумевал, почему собственно сторонники Дарвина ссылаются на явления приспособленности при изложении теории эволюции, тогда как эти же самые примеры скорее могли бы быть истолкованы в пользу постоянства видов, при котором «всякое изменение, выходящее за пределы положенного, карается смертью», —

настолько хорошо, судя по этим примерам, каждый организм прилажен к условиям своего существования.

Посмотрим, действительно ли это так, действительно ли приспособленность организмов является выражением такой «предустановленной целесообразности».

Прежде всего мы видим, что как ни многочисленны примеры очень совершенных защитных приспособлений, хотя бы в мире насекомых, однако далеко не все виды обладают ими в одинаковой степени. Наряду с насекомыми, в точности копирующими сухой лист со всеми его деталями, существует и много других, которые только по общему тону окраски подходят к фону сухой листвы, но могут быть обнаружены здесь при более внимательных поисках.

Но и совершенная и менее совершенная покровительственная окраска теряет свое покровительственное значение при изменении обычной обстановки или при выходе из нее (когда, например, темноокрашенные лесные бабочки вместо древесных стволов усаживаются на светлые известняковые скалы или на выбеленные стены построек).

И наконец, самая совершенная покровительственная окраска или охранительное сходство не могут гарантировать их носителей от гибели. Стоит вспомнить такое огромное количество насекомоядных птиц, которые питаются и выкармливают своих птенцов именно этими «невидимками», потому что насекомые, хорошо заметные по своей яркой окраске, оказываются, как мы видели, несъедобными. Наряду с совершенством покровительственной окраски или охранительного сходства у насекомых, у насекомоядных птиц в процессе естественного отбора выработалась исключительная острота зрения, позволяющая им находить и очень малозаметную добычу. Следовательно, покровительственная окраска — это не сказочная шапка-невидимка, обеспечивающая своему носителю полную безопасность; значение ее сводится к тому, что среди облетающих ею насекомых оказывается все-таки достаточное количество особей, которые остаются незамеченными, сохраняют свою жизнь, могут оставить после себя

потомство и таким образом продолжить существование данного вида среди подстерегающих его со всех сторон опасностей.

Точно так же, говоря о «несъедобности» видов, носящих предупреждающую окраску, мы ставим это слово в кавычках, указывая на условность такого обозначения. Мохнатых гусениц огромное большинство насекомоядных птиц не трогает, но их поедают кукушка, иволга и живущая в болотистых зарослях цапля выпь. Мы легко узнаем кукушек по голосу и можем убедиться, что встречаются они в лесу только одиночными экземплярами, на большом расстоянии друг от друга, и, следовательно, далеко не так часто, как славки, горихвостки, трясогузки и прочие насекомоядные птицы. Не так часто попадаетея в лесах и иволга — красивая желтая птица с характерным флейтовым голосом, звучащим и в данном ей названии, и еще реже приходится увидеть в природе выпь. Мохнатый покров гусениц вместе с их предостерегающей окраской не может спасти их от всех врагов, но при наличных условиях — пока их поедают только немногие виды наших птиц и пока эти птицы в природе немногочисленны — этот покров служит достаточно хорошим защитным приспособлением; правда, оно не может сохранить жизнь каждой отдельной гусеницы, скажем, непарного шелкопряда, но обеспечивает существование этого вида в природе.

Возьмем другой пример. Казалось бы, грозное жало пчел и ос и их легко запоминающийся внешний вид служат для этих насекомых достаточно хорошей защитой. Однако на юге красивые золотистые пчурки производят иногда крупные опустошения на пасеках, поедая пчел; там же встречается и особый вид сокола — осоед, питающийся преимущественно также жалоносными перепончатокрылыми. Мало того, наши обыкновенные жабы без заметного вреда для себя поедают самых разнообразных «несъедобных» насекомых, в том числе и пчел (поставьте опыт над жабами в террариуме). Однако из этого совсем не следует, что жало не имеет значения для сохранения видовой жизни ос или пчел: из пернатого мира на них охотятся только единичные

виды (и то ограниченные более южными районами), а жабы, хотя и широко распространены, не могут играть здесь значительной роли в качестве отбирающего фактора, так как пчелы летают по цветам в дневные часы и преимущественно в ясную погоду, а жабы неуклюже прыгают или карабкаются по земле и выходят на добычу ночью или в сырую погоду, когда пчелы прячутся в ульях.

Отсюда ясна и несостоятельность возражений антидарвинистов, отвергавших приспособительное значение мимикрии на том основании, что и жалоносные «модели» не застрахованы от нападения птиц. «Что же выигрывают сезии (бабочки-стекляницы) своим подражанием чуждым формам? Не все ли равно насекомому, какой птицей быть съеденным — бабочкоядной или пчелоядной?» — победоносно вопрошал российский антидарвинист Данилевский, с которым в свое время пришлось вести полемику К. А. Тимирязеву. А через 37 лет тот же самый довод повторил и академик Л. С. Берг. Конечно, той бабочке-стеклянице или пчеловидной мухе, которую схватила щурка, мало утешительно, что она погибает не от просто насекомоядной, а от пчелоядной птицы, но вопрос стоит не о жизни данной отдельной особи, а о видовой жизни, то есть о существовании вида в целом, а для этого далеко не все равно, подвергается ли он нападению со стороны всех насекомоядных птиц или же его наряду с настоящими пчелами и осами будут преследовать только щурки или осоеды.

Вспомним далее «несъедобность» гусениц капустницы, которые в некоторые годы процентов на 80—90 погибают от заражения личинками наездника-апантелеса (см. стр. 211). Но хотя предостерегающая окраска и неприятный для птиц вкус гусениц не защищают их от наездника, однако мы не можем признать эти приспособления бесполезными для существования вида: ясно, что без них уцелевшие от наездников гусеницы подверглись бы нападению птиц и капустница могла бы оказаться совершенно истребленной.

Не следует, наконец, забывать и того, что немало «несъедобных» насекомых по-

гибает и от клювов молодых и еще не имеющих жизненного опыта птиц. Однако именно ценой такой «искупительной жертвы» вся остальная масса носителей предупреждающей окраски оказывается уже в значительной мере застрахованной от нападения птиц и вид в целом продолжает процветать.

Так непосредственные наблюдения над миром насекомых обнаруживают перед нами и огромное значение их защитных приспособлений для сохранения видовой жизни и вместе с тем относительность этих приспособлений, разбивающую старые представления об «изначальной целесообразности» в природе. Выражаясь словами К. А. Тимирязева: «Причина совершенства органического мира заключается в его скрытом несовершенстве, так как едва ли можно назвать совершенством гибель миллиардов существ для сохранения одного».

Пассивный характер защитных приспособлений у насекомых. Только очень немногие виды насекомых способны к активной защите, отбиваясь от своих преследователей при помощи ядовитого жала и сильных челюстей; у огромного же большинства входящих в эту группу форм защитные приспособления имеют пассивный характер и выражаются либо в защитных окрасках различного типа, либо в «рефлексе обмирания» (вспомним яблоневое долгоносика), либо в скрытом образе жизни, либо в огромной плодовитости и быстрой смене поколений, благодаря чему у них в короткое время возмещается урон, наносимый многочисленными насекомоядными животными и паразитическими личинками.

Такой пассивный характер приспособлений в классе насекомых связан, конечно, с мелкими размерами и со слабосильностью животных этой группы, лишенных возможности дать прямой отпор врагам, в большинстве случаев превосходящим их своей величиной.

Испытывают ли насекомые боль? Со слабосильностью насекомых связана и одна их любопытная особенность: они, по-видимому, почти лишены болевой чувствительности, свойственной позвоночным животным и хорошо знакомой нам по ка-

ждодневному жизненному опыту. Если мы верным движением проколем булавкой спинку ночной бабочки, сидящей на стволе дерева, и затем с помощью той же булавки снимем пронзенную бабочку со ствола, чтобы по возвращении с экскурсии поместить ее в морилку и использовать для коллекции, она начинает отчаянно биться на булавке, и это может показаться выражением сильнейшей муки, которую она при этом испытывает (особенно, если мы поставим себя на ее место и представим, что наше тело насквозь пронзено острой пикой). Однако стоит только наколоть под бабочкой на ту же булавку клочок бумаги, на котором она может с удобством расположить свои ноги, как бабочка успокаивается и начинает биться только с наступлением вечера, когда у нее появится потребность летать. Следовательно, пронзенная булавкой и снятая со ствола бабочка была обеспокоена не чувством боли, а только исчезновением у нее из-под ног той опорной площадки, на которой она сидела.

Случается также наблюдать, как медведка, случайно перерезанная надвое заступом, вскоре же принимается за еду, как бы не замечая нанесенного ей тяжкого и безусловно смертельного увечья. А когда летом к вам на стол прилетит оса, чтобы полакомиться вареньем или медом, постарайтесь осторожно, не вспугивая осы, тонкими ножницами перерезать стебелек, соединяющий брюшко с грудью. Оса получает тяжелое увечье, от которого она вскоре погибнет, но она также его не замечает и как ни в чем не бывало продолжает поглощать еду. Чем же можно объяснить отсутствие привычной для нас болевой чувствительности у таких высокоорганизованных существ, как насекомые?

У позвоночных животных болевое чувство оказывается очень важным приспособлением в борьбе за жизнь. Неприятное чувство боли служит для них сигналом, заставляющим их заботиться о целостности своего тела, необходимой для сохранения жизни. Даже такое высокоодаренное в психическом отношении существо, как собака, если у нее перерезать чувствительный нерв, идущий от задней ноги, иногда сама принимается глотать эту ногу: она

уже «не признает» эту бесчувственную конечность за часть своего собственного тела и не заботится об охране ее от опасных повреждений.

Иначе обстоит дело у насекомых. В начале появления преследователя, возмущаемое зрительными или осязательными сигналами, вызывает у насекомых защитные рефлексы: оно вынуждает их демонстрировать «движения угрозы», «предъявлять» действительные или фальшивые «справки о несъедобности» и т. д. Но с того момента, как птица (или ящерица) настигла свою добычу и не отступила перед ее защитными рефлексами, судьба этой особи уже решена, и никакая болевая чувствительность уже не поможет ей сохранить свою жизнь: если даже птица и не убила насекомое с первого раза, оно все равно не будет в силах отбиться от врага, который в сотню раз его сильнее, и погибнет под новыми ударами клюва.

Еще меньше чувство боли помогло бы насекомому при встрече с жабой или лягушкой, которые «без дальних разговоров» глотают свою добычу целиком.

Если же насекомое окажется несъедобным и будет отброшено преследователем, то оно и в поврежденном состоянии может остаться живым (недаром у «несъедобных» насекомых с предостерегающей окраской развилась и исключительная живучесть), а в этом случае болевая чувствительность только бы ухудшала его состояние.

Значение наружного хитинового скелета

В начале главы о членистоногих уже была речь о значении характерного для всей этой огромной группы животного мира хитинового покрова как наружного скелета, определившего переход членистоногих к более совершенным способам передвижения, и о его значении в качестве водонепроницаемой оболочки, позволившей большинству относящихся сюда форм освоить условия наземной среды (рис. 299).

В отличие от внутреннего, стержневого скелета, свойственного позвоночным, наружный скелет членистоногих образует на их теле и его придатках фут-

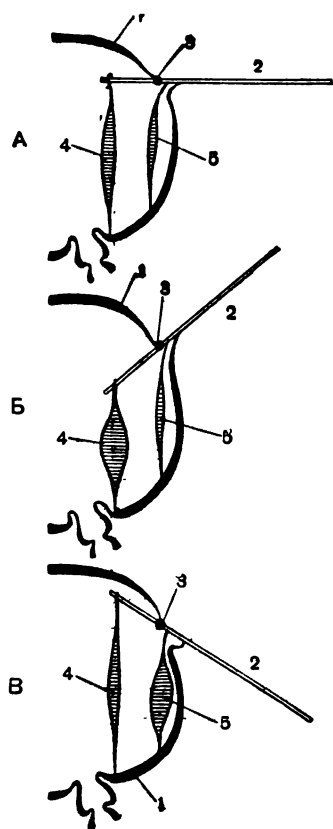


Рис. 299. Схема, поясняющая механизм движения крыльев насекомого:

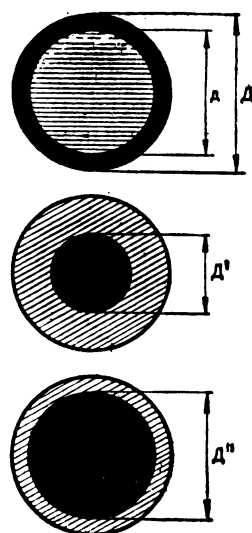
А — в спокойном состоянии; Б — при поднятых крыльях; В — при опущенных крыльях (показано только для одного крыла); 1 — хитиновый покров груди; 2 — крыло; 3 — точка вращения; 4 — мышца, поднимающая крыло; 5 — мышца, опускающая крыло.

ляр, по своему строению приближающийся к трубчатой форме, что при малом весе придает ему значительную прочность. Если мы обратимся к техническим справочникам, то узнаем, что при равной длине, весе и площади сечения трубка оказывается приблизительно в три раза прочнее на изгиб по сравнению со стержнем из того же материала (рис. 300).

Сочетание легкости скелета с его прочностью, несомненно, является выгодным для его обладателя в условиях наземной среды. Остается разобрать вопрос: почему же развитие мира насекомых пошло по пути образования мелких форм, среди которых тропический африканский жук размером с кулак является исключительным гигантом, и почему, в отличие от позвоночных, среди них нет существ размерами хотя бы с галку или с крысу, не говоря уже о слоне или носороге? Почему при всем многообразии форм и высоте организации насекомые остались карликами-лилипутами, предоставив крупные размеры высшим позвоночным?

Рис. 300. Схема, поясняющая значение трубчатого скелета насекомых:

D и d — наружный и внутренний диаметры трубчатого скелета; D^I — диаметр стержневого скелета, по площади сечения и по весу равного предыдущему (трубчатому), но приблизительно в 3 раза менее прочного на прогиб; D^{II} — диаметр стержневого скелета, равного по прочности первому (трубчатому), но гораздо более грузного.



Лилипуты и бробдинггеи. Слово «лилипуты» вошло в наш разговорный язык из «Путешествий Гулливера» — знаменитого произведения Свифта, английского писателя начала XVIII века. Имитируя в этой повести описание обычных в ту эпоху морских путешествий в не исследованные дотоле страны, Свифт от лица своего Гулливера рассказывает о стране, населенной крохотным народцем — лилипутами, в которой не только люди, но и все, что их окружает: деревья, лошади, коровы, оказались в двенадцать раз уменьшенными по сравнению с обычными для нас размерами. После ряда приключений Гулливер попадает в другую страну, населенную огромными бробдинггеями, — страну, где крысы оказались большими зверями, а от осы храброму путешественнику пришлось отбиваться саблём. И лилипуты и бробдинггеи понадобились Свифту для того, чтобы путем резкого изменения привычных масштабов представить в сатирическом плане современные ему общественные порядки и политические события.

В каком же виде лилипуты существуют в действительности? Мы, конечно, хорошо знаем, что ни страны лилипутов, ни страны бробдинггеев на земном шаре не существует, но, задумываясь над «Гулливером», готовы верить автору, что, если бы каким-нибудь чудом весь мир вместе с нами внезапно уменьшился или увеличился даже во много раз, мы бы и не за-

метили изменения масштаба — это мог бы увидеть только какой-нибудь новый Гулливер — наблюдатель со стороны.

Однако в действительности царства лилипутов и бробдингегов не только не существуют на карте, но они были бы и невозможны по чисто физическим причинам. Дело в том, что организм крошечного лилипута или организм огромного бробдингега не мог бы выполнять своих функций так, как выполняет их пастоящий человеческий организм: у этих существ оказались бы совершенно иные соотношения между их весом и мышечной силой. И по той же самой причине оказывается невозможным существование тех огромных ос, от которых пришлось отбиваться Гулливеру в стране великанов.

Представим себе какую-нибудь козявку длиной в 1 см и представим себе другую козявку такой же точно формы, но длиной в 10 см. Если пропорции тела у той и у другой одинаковы, то при различии их линейных размеров в 10 раз разница в их объеме будет равна $10^3 = 1000$, а так как вес увеличивается пропорционально объему, то большая козявка окажется тяжелее маленькой в тысячу раз. Конечно, большая козявка будет обладать и более значительной мышечной силой по сравнению с маленькой. Но мышечная сила зависит не от длины мускула (длина определяет не силу, а только размах его сокращения), а от количества составляющих его мышечных волокон, то есть от его толщины; толщина же эта определяется площадью поперечного сечения мышцы, измеряемой квадратными мерами поверхности. Таким образом, если линейные размеры обеих козявок разнятся в 10 раз, то мышечная сила их будет разниться в $10^2 = 100$ раз. Следовательно, у большой козявки отношение между мышечной силой и весом окажется менее выгодным, чем у маленькой, и ей уже гораздо труднее справляться с тяжестью своего собственного тела.

Далее, приписав надлежащее количество нулей, мы легко могли бы вычислить, каково было бы отношение между мышечной силой и весом у существ, обладающих подобным же строением, но имеющих в длину 1 см и 10 м.

Отсюда ясно, в чем заключается выгодная сторона мелких размеров насекомого: у него оказывается чрезвычайно благоприятное соотношение между его очень малым весом и относительно большой мышечной силой. Становится понятной способность маленькой блохи делать прыжки, в несколько десятков раз превышающие размеры ее тела¹ (чего уже не может сделать более крупный кузнечик, если он не обратится к помощи крыльев). Вместе с тем наружный хитиновый покров оказывается для насекомого и достаточно прочным трубчатым скелетом и водонепроницаемой одеждой, предохраняющей от высыхания его крошечное тельце.

При увеличении размеров соотношение между весом тела и мышечной силой становится все менее и менее выгодным, и тогда уже дадут себя почувствовать отрицательные качества наружного панциря, одевающего тело со всех сторон: с увеличением размеров увеличивается не только поверхность панциря, но и его толщина, и наружный скелет становится в этих условиях слишком грузным. Здесь членистоногие уже не смогут соперничать с позвоночными животными, обладающими относительно более легким и вместе с тем достаточно прочным и гибким внутренним скелетом.

Этим и объясняется то распределение ролей между членистоногими и позвоночными, какое мы наблюдаем в наземной фауне. Более крупные размеры достались здесь на долю позвоночных, а мелкие — обладателям наружного хитинового скелета — насекомым и паукообразным (величина некоторых наездников-яйцеедов измеряется долями миллиметра; так же малы личинки нашего постельного клопа, ведущие уже вполне самостоятельный образ жизни). Благодаря такой разнице в средних размерах между насекомыми и вышшими позвоночными каждая из этих групп заняла в природе свое особое место. Жизненные потребности у них оказываются

¹ Для сравнения отметим, что рекордные прыжки советских чемпионов равнялись 8 м в длину (И. Тер-Ованесян) и 2,25 м в высоту (В. Брумель). Следовательно, даже натренированный прыгун преодолевает высоту не более 1,2 собственного роста.

различными, и обе они могут существовать и процветать одновременно, не вытесняя одна другую с жизненной арены¹.

И если, например, лягушки, ящерицы и птицы в большом количестве истребляют насекомых, то это совсем не значит, что они вытесняют их, завладевая освободившимся местом, наоборот, существование этих животных целиком зависит от существования в природе насекомых и стало бы невозможным, если бы насекомые почему-либо исчезли из состава нашей современной фауны.

Класс насекомых как одна из двух вершин животного мира. Вместе с тем и высшие позвоночные (птицы и млекопитающие) и высшие членистоногие (насекомые), при всех различиях между ни-

¹ В ископаемом состоянии известны и насекомые-гиганты; некоторые из крупных стрекозоподобных насекомых каменноугольного периода достигали в размахе крыльев 70 см. При таких размерах они едва ли могли обладать быстротой движений и легкостью полета; они и перестали существовать с появлением настоящих наземных позвоночных рептилий, а впоследствии место этих стрекоз-бродяг было занято летучими ящерами и птицами.

ми и по типу строения и по размерам, стоят приблизительно на одном уровне по высоте своей организации. Это выражается и в специализации отдельных частей высоко дифференцированного тела у тех и у других, и в развитии центральной нервной системы и органов чувств, и в полном освоении ими условий наземной, а отчасти и воздушной среды, и в их сложном поведении. Было бы неправильно представлять себе общую систему животного мира в виде восходящей вверх лестницы живых существ, где на вершине находятся высшие позвоночные, а все беспозвоночные, включая и членистоногих, занимают ступени пониже лапчетника и рыб (на такое представление может натолкнуть неизбежное линейное расположение материала в курсах зоологии). В действительности, в свете учения Дарвина, животный мир предстает перед нами в виде ветвящегося древа с двумя вздымающимися вершинами: одну из них составляют относительно крупные формы — высшие позвоночные, а другую — бесчисленное многообразие класса насекомых.

К типу *иглокожих* относятся очень своеобразные по своему строению обитатели морского дна — морские звезды, морские ежи, змеехвостки, или офиуры, морские кубышки, или голотурии, и морские лилии (цветн. табл. VI).

Живут иглокожие и в прибрежной зоне, где во время отлива их можно встретить среди камней обнажившегося морского дна, а глубоководные экспедиции обнаружили их и на дне океана на глубине свыше 5000 м. Однако в тех морях, где вода опресняется вливающимися реками, иглокожие существовать не могут (их убивает даже кратковременное погружение в пресную воду); поэтому иглокожие отсутствуют у нас в Балтийском и Азовском морях, в Черном море весь этот тип, насчитывающий около 6000 видов, представлен всего лишь четырьмя формами — двумя мелкими видами змеехвосток и двумя видами голотурий.

Таким образом, в живом состоянии в природной обстановке у нас в СССР морскую звезду или морского ежа можно увидеть только в отдаленных наших океанах — где-либо на северном Поморье или на Мурмане, да у берегов Тихого океана на Дальнем Востоке. Животные этой группы настолько необычны по своему строению и образу жизни и занимают настолько неожиданное положение в общей системе животного мира, что мы не можем обойти их молчанием под тем предлогом, что они

не встречаются в окружающей нас природе. Вдобавок такая ссылка окажется и фактически неверной: в ископаемом состоянии представители типа иглокожих занимают довольно видное место среди окаменелостей палеозойской группы, например силурийских известняков под Ленинградом и подмосковных известняков каменноугольной системы.

Морские звезды

С характерными особенностями строения иглокожих всего удобнее ознакомиться на одном из видов класса *морских звезд*.

Когда в былые годы учителю приходилось демонстрировать на уроке сухой препарат морской звезды, со стороны учащихся неизменно слышался недоуменный вопрос: пеужели это звезда «пастоящая»? Действительно, ее геометрически правильная пятилучевая форма и как будто из камня изваянный скелет как-то совершенно не вяжутся с обычным представлением о внешнем облике животного, которое должно каким-то образом передвигаться и добывать себе пищу. Трудно представить себе это странное существо в роли хищника, ползающего по морскому дну и производящего большие опустошения среди живущих там моллюсков и ракообразных.

Правда, и добыча этого хищника не отличается проворством: медлительность брюхоногих улиток давно вошла в пого-

ворку, а двустворчатые ракушки еще более превосходят их своей неповоротливостью. Но все же и за этой неторопливой добычей морской звезды приходится переползать с одного места на другое, преодолевать неровности дна, подниматься по отвесной поверхности подводных скал и каменных обломков. Вдобавок настигнуть добычу — это еще только половина задачи: добычей этой надо еще овладеть, а это совсем не так просто, потому что тело моллюска как будто очень надежно защищено прочной известковой раковиной.

Конечно, по изображению или по сухому препарату морской звезды трудно представить себе это животное в деятельном состоянии; наблюдать же его движения в наших условиях бывает возможно только на экране кино. Однако разобраться в особенностях строения морской звезды и проследить, в какой мере это строение связано с ее образом жизни, можно и на консервированном (заспиртованном) материале, если только объект не замурован наглухо в закрытую банку в виде обычного музейного препарата.

Внешнее строение. Тело морской звезды имеет лучистое строение; это значит, что его можно разрезать на две симметричные половины не в одной единственной плоскости, как у животных, обладающих обычной, двубоковой симметрией, а по любому из расходящихся в стороны лучей. Таким образом, у звезды нет переднего и заднего концов, нет ни правой, ни левой сторон тела, как это бывает у других животных, способных самостоятельно двигаться в определенном направлении. Мы не находим у нее обычного разделения тела на голову и туловище, а можем различить на ней только центральную, более выпуклую часть, или диск, и отходящие от него лучи, у одних видов длинные, у других более короткие или только едва выступающие по краям диска. Большинство форм морских звезд обладает пятью лучами, но есть виды, имеющие шесть, девять, одиннадцать, тринадцать и более лучей (рис. 301).

На более плоской стороне тела, которая у ползущей по дну морской звезды бывает обращена вниз, в центре диска находится рот, почему эту сторону и называют ро-

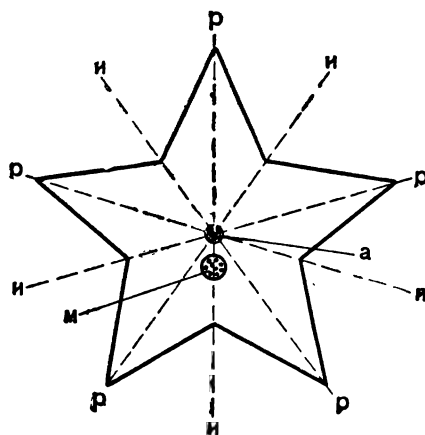


Рис. 301. Лучистое строение морской звезды:

р — лучи, или радиусы; и — интеррадиусы; а — анальное отверстие; м — ситовидная (мадрепоровая) пластинка, нарушающая пятилучевую симметрию.

товой; на противоположной — «противоротовой» — стороне, обращенной вверх, также в центре диска, то есть как раз над тем местом, где находится рот, имеется очень маленькое заднепроходное отверстие. Иногда ротовую сторону у морской звезды называют «брюшной», а противоположную ей — «спинной», но, как это мы увидим далее, по отношению к иглокожим такие названия оказываются неудачными.

У вынутой из спирта морской звезды сразу же прощупывается твердый известковый скелет, который придает ее телу определенную характерную форму. Однако мы легко можем убедиться, что лучи, а отчасти и диск морской звезды поддаются изгибу и, следовательно, у живой звезды обладают подвижностью. Но мы пришли бы к ошибочному выводу, если бы вообразили себе морскую звезду «шагающей» по дну при помощи своих лучей, — ее перемещение совершается посредством совершенно иного механизма.

Чтобы увидеть действительные органы передвижения морской звезды, следует повернуть животное ротовой стороной к себе. Тогда мы заметим у него резко выраженные амбулякральные борозды, идущие вдоль каждого луча, а раздвинув края одной из таких борозд, можем рассмотреть расположенные там многочис-

ленные мягкие выросты беловатого цвета; это амбулякральные ножки морской звезды, снабженные на концах маленькой присоской. То вытягивая вперед, то сокращая эти ножки и подтягиваясь на них, живая морская звезда медленно ползет по дну, взбирается по крутым склонам на подводные камни, а в аквариуме может подниматься даже по вертикальной поверхности стекла. При помощи тех же присасывательных ножек, сильно вытягивая их в одну сторону и прикрепляясь ими к какому-нибудь твердому предмету, морская звезда принимает нормальное положение, если ей случится опрокинуться ротовой стороной вверх.

Внутреннее строение. Раньше зоологи объединяли иглокожих с кишечнополостными — полипами и медузами — в один тип «лучистых животных», основываясь на том, что и у тех и у других форма тела обладает многолучевой симметрией. Однако изучение внутреннего строения показало, что между иглокожими и кишечнополостными очень мало общего. У кишечнополостных, как это мы видели хотя бы на примере гидры, тело представляет собой в основном двуслойный мешок, образующий внутри одну-единственную полость, которая служит для заглатывания добычи и переваривания пищи, тогда как у иглокожих внутреннее строение неизмеримо сложнее: у них имеется вторичная полость тела, внутри которой лежат отдельные системы органов (рис. 302).

Осевое положение занимает в теле морской звезды пищеварительная система (рис. 303). При сплюсненной форме этих животных длина их кишечника — от ротового до заднепроходного отверстия — оказывается очень незначительной; однако вместимость его и его пищеварительная способность увеличиваются благодаря наличию складчатого мешковидного желудка и слепых выростов, расходящихся попарно по всем лучам и в изобилии выделяющих пищеварительные соки.

Чрезвычайно интересен способ, при помощи которого морская звезда овладевает своей добычей. Ее рот не имеет приспособлений для разжевывания и пережевывания пищи, а растягиваться для заглатывания крупной добычи он не может, так

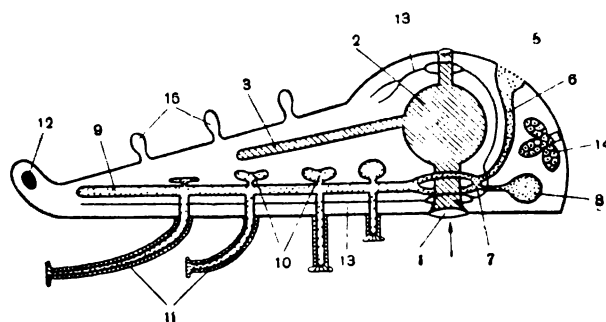


Рис. 302. Схема продольного разреза морской звезды, проведенного через ситовидную, или мадрепоровую, пластинку:

1 — ротовое отверстие; 2 — желудок; 3 — слепые отростки кишечника; 4 — анальное отверстие; 5 — ситовидная (мадрепоровая) пластинка; 6 — каменистый канал; 7 — кольцевой канал; 8 — ампула («поливный пузырь»); 9 — радиальный амбулякральный канал; 10 — амбулякральные пузырьки; 11 — амбулякральные ножки; 12 — глаза; 13 — кровеносные сосуды; 14 — яичник; 15 — кожные жаберы; нервная система не изображена.

как этому препятствуют окаймляющие его твердые скелетные части. Однако питается морская звезда и мелкими и крупными моллюсками; мелких она проглатывает целиком, а найдя более крупную ракушку, приподнимается над ней на своих лучах и с помощью присасывательных ножек раскрывает створки раковины, растягивая их в разные стороны. После этого прожорливый хищник выпячивает через рот свой желудок наружу, облекает им мягкие части моллюска и начинает переваривать

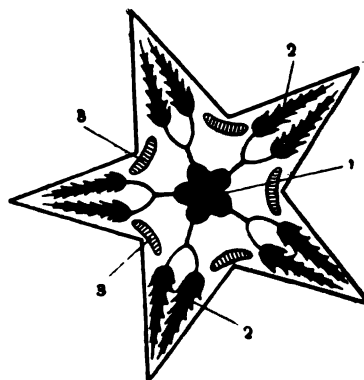


Рис. 303. Схема расположения пищеварительной системы и органов размножения морской звезды:

1 — желудок; 2 — слепые отростки; 3 — органы размножения.

добычу, хотя и внутри своего желудка, но уже вне своего тела.

Уничтожая таким образом моллюсков, морские звезды оказываются опасными вредителями устрицеводства, которое в приморских районах Западной Европы и Америки имеет важное промысловое значение.

Из других систем органов у морской звезды сильно развита амбулякральная (иначе, воднососудистая, или водноносная) система, существующая только у иглокожих животных (рис. 304). С наружной средой амбулякральная система сообщается через ситовидную пластинку, которая расположена на верхней — «противоротовой» — стороне тела, ближе к краю диска, между основаниями двух соседних лучей. Ситовидная пластинка и по цвету и по форме выделяется среди покровов тела и имеется у животного только в единственном числе; таким образом, ее присутствие нарушает полную лучевую симметрию морской звезды: мы получим две вполне симметричные половины только в том случае, если проведем разрез через ситовидную пластинку и через противоположный ей луч, потому что при разрезах, проведенных через другие лучи, в одну половину попадает ситовидная пластинка, а в другой ее, конечно, уже не окажется.

От ситовидной пластинки, пронизанной множеством мелких пор (отсюда и название), внутрь полости тела опускается каменистый канал с прочными, пропитанными известью стенками. Он впадает в кольцевой канал, от которого по всем лучам расходятся лучевые каналы. От каждого лучевого канала отходят мелкие боковые веточки, а от каждой такой веточки в свою очередь отходит внутрь, то есть в полость тела, сократительный пузырек, а наружу — уже знакомые нам присасывательные амбулякральные ножки, которые, следовательно, представляют собой тонкие растяжимые трубки — выросты воднососудистой системы (рис. 302 и 304).

Морская вода поступает через ситовидную пластинку и наполняет каналы и пузырьки воднососудистой системы. При сокращении стенок пузырька наполня-

ющая его жидкость выталкивается внутрь ножки, и тогда ножка вытягивается в длину. После того как ножки, расположенные на данном участке тела, прикрепилась своими присосками к какому-нибудь подводному предмету, мускулатура их стенок сокращается, и тогда жидкость из них вновь перегоняется в соответствующие пу-

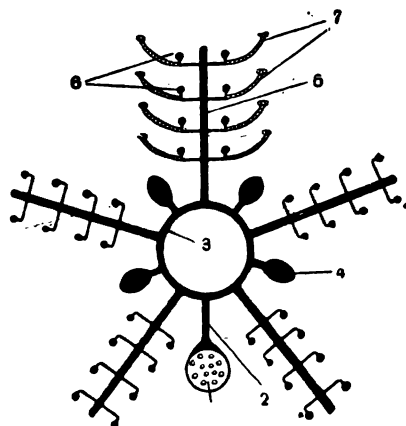


Рис. 304. Схема амбулякральной системы морской звезды:

1 — ситовидная (мадрепоровая) пластинка; 2 — каменистый канал; 3 — кольцевой канал; 4 — ампула; 5 — радиальный канал; 6 — амбулякральные пузырьки; 7 — амбулякральные ножки (изображены только на одном луче).

зырьки, расположенные у их основания; ножки сокращаются, и тело звезды подтягивается вперед. Таким образом, воднососудистой, или амбулякральной, системе принадлежит главнейшая функция в процессе передвижения морской звезды.

Кроме пищеварительной и воднососудистой систем, у вскрытой морской звезды можно увидеть также органы размножения (рис. 303) в виде гроздевидных мешочков, попарно расположенных во всех промежутках между основаниями лучей и тут же открывающихся наружу выводными протоками. По внешнему виду эти органы одинаковы у самцов и у самок.

Видны у вскрытой звезды также и ее скелетные части в виде расположенных правильными рядами известковых пластинок. У морских звезд такие пластинки соединены между собой подвижно, почему эти животные и способны изгибать свои лучи.

Другие системы органов рассмотреть у морской звезды гораздо труднее, так как они развиты у нее сравнительно слабо.

Нервная система (рис. 305) почти вся залегает в наружных покровах ротовой стороны. Здесь она образует околоротовое кольцо, имеющее форму пятиугольника, с отходящими от каждого

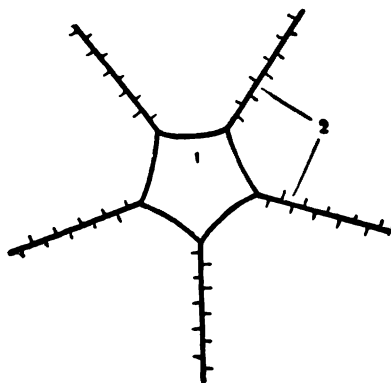


Рис. 305. Схема нервной системы морской звезды:

1 — околоротовое кольцо; 2 — радиальные стволы.

угла лучевыми нервами. На концах лучей находятся органы чувств — небольшие щупальца и глазные ямки, которыми животное не может видеть предметов, а только воспринимает степень яркости света.

Между нервной системой и расположенными глубже каналами водоносной системы проходят сосуды кровеносной и ложнокровеносной систем, повторяющие в общем подобное же лучистое расположение — с кольцевыми каналами вокруг рта и расходящимися от него лучевыми сосудами.

В промежутках между органами полости тела морской звезды заполнена полостной жидкостью, по составу близкой к морской воде, но содержащей подвижные амебообразные клетки, которые захватывают образующиеся в теле продукты обмена и, нагрузившись ими, выбираются вон из тела через тонкие покровы, одевающие маленькие жаберные выросты на «спинной» стороне тела. Эти мелкие кожные жаберы служат и для дыхания, через них совершается газообмен между

морской водой, в которой обитает животное, и полостной жидкостью его тела.

Приспособительное значение особенностей строения иглокожих. Мы видим, что строение тела иглокожих имеет особенности, которых мы не встречаем ни в какой другой группе животного мира. Вдобавок и жизненные отправления у этих животных распределены между отдельными системами органов не совсем так, как у животных других типов. На первый взгляд может показаться непонятным, почему, несмотря на слабое развитие таких, казалось бы, очень важных систем, как кровеносная и дыхательная, и на отсутствие особых органов выделения, организм морской звезды все-таки справляется со своими жизненными потребностями.

Дело в том, что обычная функция кровеносной системы выполняется у морской звезды не только жидкостью, наполняющей кровеносные сосуды, но и полостной жидкостью, через которую совершается жаберное дыхание и в которую попадают продукты обмена, и так называемыми ложнокровеносными сосудами, которые, по-видимому, специально обслуживают нервную систему, и, наконец, жидкостью, наполняющей каналы амбулякральной системы (там, помимо воды, имеются и белковые тела, а также и подвижные амебовидные клетки — кровяные тельца). Специальные органы выделения отсутствуют, но функцию их выполняют амебовидные клетки полостной жидкости и кожные жаберы. Ничтожные размеры этих кожных жабер, рассматриваемых в качестве органов дыхания, как будто совсем не соответствуют размерам животного и его потребности в кислороде, но, очевидно, часть функции газообмена падает и на водоносную систему, где многочисленные присасывательные ножки могут выполнять и роль жабер, а через ситовидную пластинку обновляется и вода, наполняющая каналы этой системы.

Слабое развитие нервной системы и органов чувств, а также медлительность движений морской звезды мало вяжутся с обычным представлением о животном, которое должно находить свою добычу и вместе с тем избегать других, более сильных и проворных хищников. Однако, как

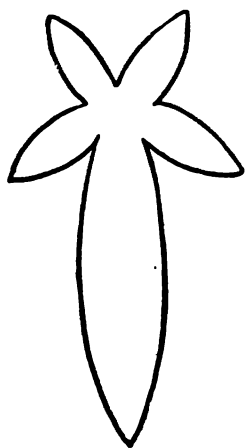


Рис. 306. «Кометная» форма морской звезды (схематично).

мы уже видели, это неторопливодвигающееся полусонное существо при помощи обоняния и осязания отыскивает еще менее подвижных животных, служащих ему пищей, а от покушений со стороны прожорливых хищников достаточно защищено своими твердыми, скелетными частями, и в частности торчащими на поверхности тела иглами.

Впрочем, если звезда и будет растерзана каким-либо хищником, это еще не означает, что она погибла, так как у животных этой группы сильно развита способность к регенерации. На месте утраченного луча вырастает новый, а у многих видов и из оторванного луча восстанавливается целая звезда с новым диском и с нормальным числом лучей (рис. 306). Мало того, у некоторых видов распадением на отдельные лучи с дальнейшим восстановлением недостающих частей может происходить и самопроизвольно. Как и у кольчатых червей, обладающих последовательно выраженной метамерией, правильная повторяемость отдельных участков тела (только на этот раз уже не метамерная, а лучистая) дает возможность животному, даже и при относительной сложности организации, выживать при нарушении целостности его тела и восстанавливать утраченные части. Значит, при всей странности своей внешней формы и внутреннего строения, морские звезды оказываются по своему достаточно хорошо приспособленными к тем жизненным условиям, в которых им приходится существовать. Конечно, сам по себе этот факт не может представлять для нас чего-либо неожиданного, так как вполне понятно, что формы, оказавшиеся не приспособленными к жизни, не могут существовать на земле и обречены на вымирание.

Но какое значение имеет для морской звезды ее лучистое строение, почему оно у нее возникло — эти вопросы останутся без ответа, пока мы будем разбирать организацию морской звезды толь-

ко в ее современном виде и не обратимся к тому, как и при каких условиях исторически сложился в животном мире подобный тип организации. А для этого нам придется, во-первых, обратиться к сравнению морской звезды с другими родственными ей формами того же типа иглокожих, во-вторых, использовать данные палеонтологии, относящиеся к прошлому этой группы, и, наконец, ознакомиться с ходом индивидуального развития иглокожих, в котором в какой-то степени отражаются следы их еще более давней истории.

Особенности строения отдельных классов иглокожих

Морские ежи. На первый взгляд по внешнему виду *морской еж* имеет мало общего с рассмотренным нами строением морской звезды. Однако представим себе морскую звезду, у которой лучи несколько укорочены, изогнуты вверх к центру диска, а диск при этом принял сильно выпуклую форму (такой именно внешний вид имеют действительно существующие в природе звезды из рода *кульцита*). Тогда лучеобразно расходящиеся ряды амбулкральных ножек у такого животного будут продолжаться и на противоположную

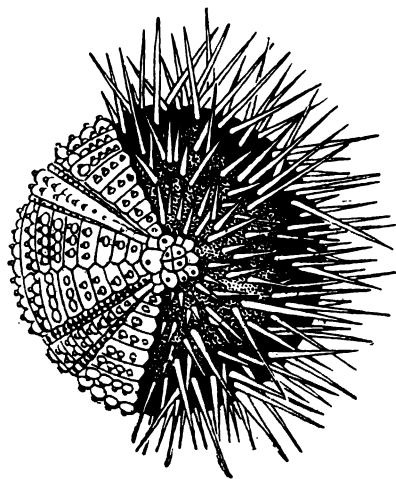


Рис. 307. Внешний вид морского ежа с наполювину удаленными иглами.

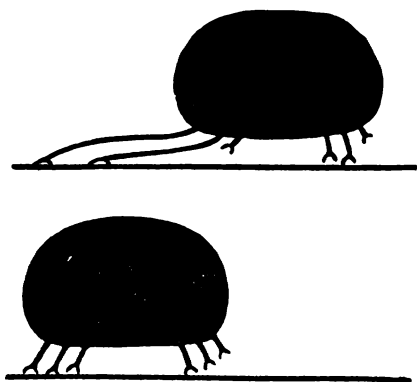


Рис. 308. Схема передвижения морского ежа.

сторону и, подобно меридианам на глобусе, сходятся к верхнему полюсу тела, где расположены заднепроходное отверстие и ситовидная пластинка. Таким образом, у нас получится почти шарообразная форма тела морского ежа (рис. 307).

В отличие от морских звезд, у которых известковый скелет состоит из подвижных частей, скелет большинства морских ежей представляет собой твердый и совершенно неподатливый панцирь из неподвижно соединенных между собой известковых пластинок, расположенных правильными рядами (рис. 307). На поверхности этого панциря расположено множество бугорков, к которым подвижно прикреплены прочные известковые иглы, придающие животному внешнее сходство со свернувшимся в клубок настоящим четвероногим ежом.

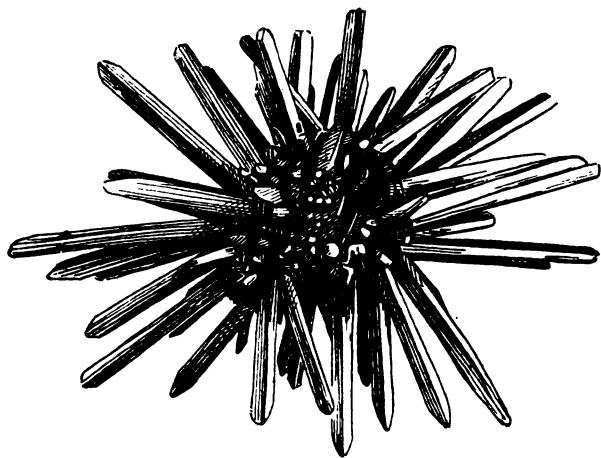


Рис. 309. Толстоиглый морской еж из Индийского океана.

Рис. 310. Педицеллярия морского ежа (сильно увеличено).



Такая форма тела кажется очень мало приспособленной к передвижению. Однако у морских ежей их амбулякральные ножки способны сильно вытягиваться в длину; присасываясь их концами к камням морского дна, животное затем подтягивается на них, как на веревках, и таким способом переползает с места на место, поедая встречающиеся на пути водоросли (рис. 308).

У морских ежей, живущих на более значительных глубинах, где дно илистое и присасывательные ножки не могли бы найти твердого грунта для прикрепления, передвижение совершается при помощи длинных и тупых игл, действующих наподобие ходуль (рис. 309).

Педицеллярии. Хотя строение тела иглокожих описывается в этой книге лишь в самых общих чертах, однако будет нелишне остановить внимание и на одной мелкой детали, характеризующей исключительное своеобразие приспособительных признаков в типе иглокожих.

При очень внимательном внешнем осмотре морских ежей среди игл обычной формы можно увидеть также множество мелких придатков в виде трехлопастных щипчиков или миниатюрных клешней (рис. 310).

Природу и функциональное значение этих придатков удалось разгадать далеко не сразу. При погружении живого морского ежа в морскую воду эти щипчики приходят в движение — стебельки их колеблются то в одну, то в другую сторону, а самые клешни смыкаются и размыкаются. Этими придатками заинтересовался очень наблюдательный натуралист XVIII века Отто Мюллер. Однако О. Мюллер принял эти шевелящиеся образования за паразитических животных, поселяющихся на теле иглокожих, назвал их педицелляриями. В таком качестве они еще фигурируют в университетском учебнике зоологии московского профессора А. Ловецкого, изданном в 1832 году (там они описываются

В числе «голых полипов» рядом с гидрой, морским гидроидом кориной и хохлатой мшанкой кристаллиной).

Однако уже к середине прошлого столетия известный исследователь морских животных норвежец Сарс (которому принадлежит и открытие сложного цикла развития сцифомедуз) признал педицеллярии за органы морских ежей, но ошибочно истолковал их значение, предположив, что этими щипчиками ежи переносят ко рту частицы пищи (в действительности ежи питаются довольно крупной добычей и имеют мощный жевательный аппарат — так называемый «аристотелев фонарь»).

Позднее выяснилось, что педицеллярии служат ежам аппаратом для очистки тела от испражнений, извергаемых из анального отверстия, которое у морских ежей находится на верхнем «полюсе» тела.

У некоторых тропических морских ежей педицеллярии выделяют ядовитые вещества, а следовательно, несут и защитную функцию.

Педицеллярии имеются и у морских звезд, но у них они развиты слабее.

Рассмотренная нами система педицеллярий как органа очистки тела от загрязнения нечистотами еще раз показывает, каким своеобразным и, если можно так выразиться, трудным путем идет у иглокожих выработка приспособлений — вспомним еще раз сложное, но вместе с тем весьма несовершенное с функциональной стороны строение их органов передвижения, осуществляемого с помощью многочисленных амбулякральных ножек или утолщенных игл-ходуль.

Змеехвостки, или офиуры. По внешнему облику *змеехвостки* стоят ближе к морским звездам, чем морские ежи. Главное их отличие от звезд состоит в том, что лучи у них резко обособлены от центрального диска и у многих форм действительно похожи на приставленные к нему змеиные хвосты (название «офиура» дословно и означает «змеехвостка»). При помощи изгибов этих «хвостов» офиуры и ползают по дну моря, а амбулякральные ножки у них служат только для дыхания и для осязания и не имеют присосок. У некоторых офиур лучи многократно ветвятся, что

придает таким животным еще более необычайный облик (цветн. табл. VI).

Морские кубышки. Что касается *морских кубышек*, или *голотурий*, то их можно уподобить такому воображаемому морскому ежу, который по своим очертаниям отклонился бы от своей обычной округлой формы, вроде арбуза или тыквы, и вытянулся бы в длину напоподобие огурца. В связи с такой удлинненной формой главная ось тела располагается у голотурий уже не вертикально, как у морских ежей и других иглокожих, а горизонтально. Поэтому ротовая сторона у них оказывается передним концом тела, противоротовая с анальным отверстием — задним концом, а нижней, или «брюшной», поверхностью становится тот бок, на котором расположены три ряда присасывательных ножек, служащих для передвижения (амбулякральные ножки остальных двух рядов, оказавшиеся на «спинной» стороне голотурии, лишены присосок и развиты слабее (цветн. табл. VI).

Таким образом, у голотурий лучистое строение, свойственное типу иглокожих, замаскировано развившейся у них двубочковой симметрией: у животного можно различить передний и задний концы, спинную и брюшную поверхности (обыкновенно отличающиеся и по цвету) и симметричные между собой правую и левую стороны тела.

Вместе с пятилучевой симметрией голотурии почти утратили и известковый скелет, столь характерный для типа иглокожих: вместо твердого панциря у них в подкожной ткани развиваются только микроскопически мелкие известковые тельца, имеющие затейливую форму палочек, якорьков и колесиков (рис. 311). По-

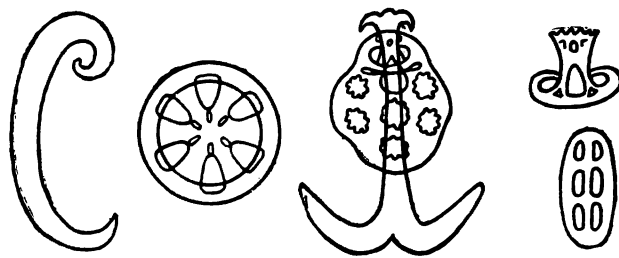


Рис. 311. Скелетные тельца голотурий.

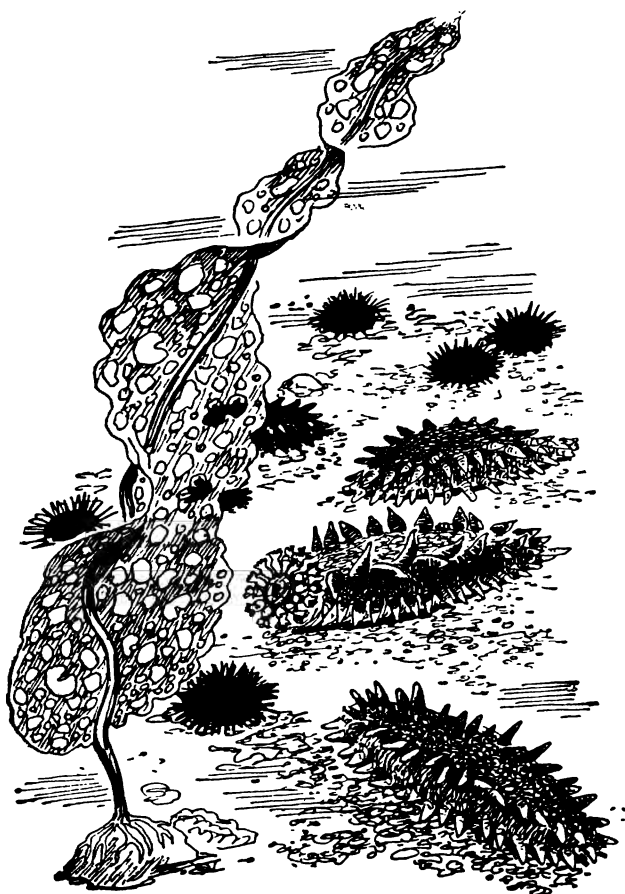


Рис. 312. Трепанг.

этому тело голотурий оказывается довольно мягким и может привлечь внимание хищников. Однако у многих видов этого класса выработалось своеобразное защитное приспособление: при нападении хищника они как бы «откупаются» от него, выбрасывая через анальное отверстие на съедение врагу свои внутренности. После такого самокалечения животное не погибает, а уже через десяток дней восстанавливает путем регенерации утраченные органы тела.

Есть среди голотурий несколько видов, имеющих промысловое значение. Таковы дальневосточные *трепанги*, потребляемые в пищу китайцами (рис. 312). Выловленных трепангов очищают от внутренностей, варят в воде, а затем сушат на солнце, нанизывая гирляндами на веревку, наподобие наших сушеных грибов.

Морские лилии. Форма тела *морских лилий* снова возвращает нас к строению



Рис. 313. Прикрепленная морская лилия метакринус.

морской звезды: представим себе морскую звезду, которая как бы перевернута ротовой стороной кверху (т. е. буквально «вверх ногами») и противоположной стороной прикреплена к морскому дну при помощи длинного членистого стебелька. Ведя прикрепленный образ жизни, морские лилии питаются мелкими планктонными организмами, плавающими в толще воды, а амбулякральные ножки служат им органами осязания и дыхания.

Впрочем, такое строение, действительно напоминающее по внешнему облику сидящий на стебле цветок, сохраняют до конца жизни только глубоководные морские лилии, обитающие на дне океанов (рис. 313). Те же лилии, которые живут ближе к берегам, на небольшой глубине, только в молодости обладают стебельком (рис. 314); затем стебелек у них обламывается около тела лилии, и от него остается только один членик, снабженный вен-

чиком усиков, при помощи которых взрослая лилия держится за подводные предметы (цветн. табл. VI). Такие бесстебельковые морские лилии могут медленно переплывать с одного места на другое, волнообразно изгибая свои длинные перистые «руки». Встретив какой-нибудь предмет, за который можно уцепиться усиками, морская лилия усаживается неподвижно. Здесь, развернув свои «руки», она ожидает добычу, которая подгоняется к ротовому отверстию движением множества мерцающих ресничек (вспомним пассивное питание двустворчатых моллюсков).

Значение лучевой симметрии иглокожих. Таким образом, среди всех групп типа иглокожих только у морских лилий лучевая симметрия находится в действительном соответствии с жизненными потребностями животного. Для животного, которое неподвижно прикреплено ко дну посредством стебелька или которое подолгу держится на одном месте при помощи своих щупалец, не существует ни передней, ни задней, ни правой, ни левой сторон. Оно не преследует своей добычи и не спасается бегством от врагов, а все жизненные блага и все жизненные невзгоды и опасности с одинаковой вероятностью могут приблизиться к нему с любой стороны. Таким условиям существования и соответствует лучистое строение организмов: недаром мы встречаем его у неподвижно сидящих полипов и губок и у укоренившихся в почве растений.

Только при переходе к поступательному движению та часть тела, которая бывает направлена вперед, получает особое строение: здесь располагаются главные органы чувств, подающие животному сигналы о тех предметах и явлениях, которые находятся на его пути; здесь помещается рот, захватывающий пищу или наступаю-

щий добычу. И тогда мы различаем у животного передний и задний концы, правую и левую стороны тела; такое двусторонне-симметричное строение соответствует его подвижному образу жизни, и не случайно все наши технические приспособления, предназначенные для поступательного движения — начиная с любой повозки или лодки — имеют подобную же двубокую симметрию.

Поэтому необычная для свободно передвигающегося существа пятилучевая форма морской звезды, морского ежа или змеехвостки оказывается уже в явном противоречии с образом жизни этих животных и может быть объяснена только прошлой историей этой группы животного мира.

Ископаемые иглокожие. Благодаря своему известковому скелету иглокожие хорошо сохраняются в ископаемом состоянии. Их остатки оказываются многочисленными уже в древнейших, палеозойских отложениях. Однако среди палеозойских иглокожих значительно преобладали прикрепленные формы — не только морские лилии, но и другие группы, уже не имеющие представителей в современной фауне, — морские бутоны, шаровики и морские яблоки (рис. 315, 316).

Однако в более поздние эпохи начинается преобладание форм, способных к активному передвижению. Эти ползающие организмы упорно сохраняют и в новых условиях лучистый тип строения, унаследованный от сидячих предков и уже не оправдываемый действительными потребностями животного. Только среди морских лилий и в настоящую эпоху имеются прикрепленные формы, у которых пятилучевая симметрия оказывается соответствующей их образу жизни.

Всего дальше от первоначальной лучистой формы сидячих иглокожих отошли голотурии с их вытянутым и уже двусторонне-

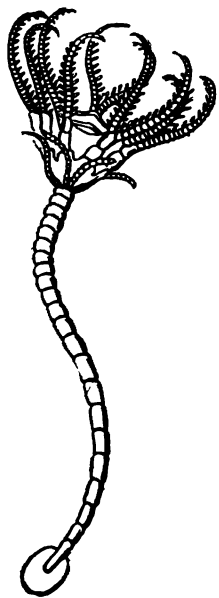


Рис. 314. Сидячая стебельчатая личинка подвижной морской лилии *Antedon*.

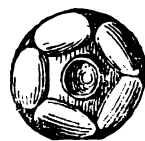
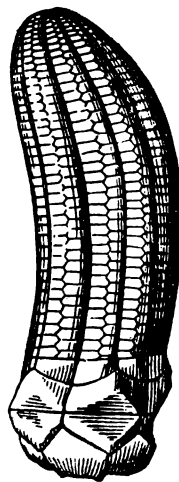


Рис. 315. Обломки морской лилии из известняков каменноугольной системы.

симметричным телом, лишенным твердого панциря. Полагают поэтому, что предки голотурий ранее других иглокожих перешли к свободному передвижению. Совершилось это в очень отдаленную от нас эпоху, так как ископаемые остатки голотурий были обнаружены в отложениях кембрийской системы, то есть в древнейших слоях палеозойской эры.

Таким образом, палеонтологические документы развертывают перед нами картину постепенного перехода иглокожих от прикрепленного, или сидячего, образа жизни к свободному передвижению. Процесс этот у предков голотурий совершился еще в отдаленные, докембрийские времена, а для морских лилий не завершился и в настоящую эпоху. Однако геологическая летопись застает тип иглокожих уже существующим в палеозойских морях и ничего не говорит нам о том, как возникла эта своеобразная группа и с какими другими типами животного мира она ближе связана своим происхождением.

Ответ на этот вопрос приходится искать в той последовательной смене форм, которую проходит в своем индивидуальном развитии отдельная особь каждого иглокожего. Развитие особи от яйца до взрослой формы воспроизводит в общих чертах основные моменты родословной истории данного вида (основной биогенетический закон Мюллера — Геккеля) и, восполняя пробелы геологической летописи, помогает хотя бы отчасти восстановить ее безвозвратно погибшие для нас начальные главы, относящиеся к древнейшей протерозойской эре.

Размножение и развитие иглокожих

Морские звезды и другие иглокожие — животные раздельнополые, хотя самцов и самок у них нельзя распознать ни по внешнему виду, ни даже по внутреннему строению, и различными у них оказываются только выделяемые ими половые про-

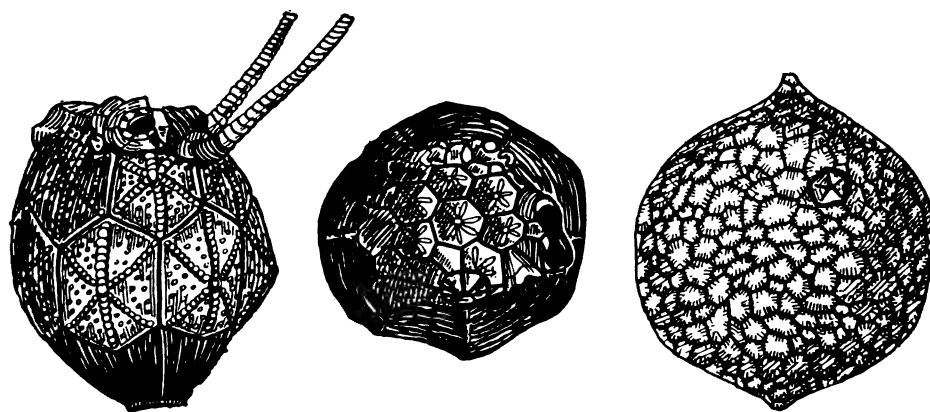


Рис. 316. «Морские яблоки» — древнейшие сидячие формы иглокожих.

дукты: самцы выбрасывают в воду нитевидные подвижные сперматозоиды, а самки — микроскопически мелкие яйца. Встреча половых клеток происходит в воде, и яйцо после оплодотворения начинает дробиться. Вскоре из него образуется типичная двуслойная гастрюла — явное свидетельство того, что иглокожие ведут свое начало от каких-то древнейших кишечнополостных. Далее начинает формироваться третий, зародышевый пласт клеток, а затем строение развивающейся личинки претерпевает сильные изменения.

Животные первичноротые и вторичноротые. В отличие от всех остальных беспозвоночных, у которых при развитии зародыша бластопор, или первичный рот, гастрюлы (соответствующий ротовому отверстию кишечнополостных) постепенно преобразуется в ротовое отверстие будущей взрослой особи, у иглокожих бластопор становится не ротовым, а анальным отверстием личинки, а рот образуется заново — ближе к противоположному концу тела. В этом отношении иглокожие оказываются сходными с хордовыми животными, то есть с животными той обширной группы, к которой принадлежат и позвоночные (у хордовых бластопор перемещается на задний конец тела зародыша, хотя и не превращается в анальное отверстие, а на переднем конце образуется новое ротовое отверстие).

Поэтому в современной зоологии взамен прежнего деления животных на беспозвоночных и позвоночных, впервые

введенного в науку Ламарком, проводится уже иная классификация: все многоклеточные животные, стоящие по своей организации выше двуслойных — губок и кишечнополостных, разделяются на первичноротых, куда относятся все группы беспозвоночных, за исключением иглокожих, и на вторичноротых, куда принадлежат оказавшиеся в неожиданном соседстве иглокожие и хордовые.

Личинки иглокожих. Крошечная личинка морской звезды (рис. 317) ничем не напоминает взрослую форму. Тело ее обладает двустороннесимметричным строением, как это вообще свойственно животным, приспособленным к самостоятельному передвижению, то есть на нем можно различить передний и задний концы, правую и левую стороны. Личинка в течение нескольких недель плавает в море при помощи ресничек, расположенных в виде извилистого ряда («шнура») по выступающим частям ее тела.

Наконец, совершается превращение личинки в маленькую звезду. Из левой половины личинки образуется ротовая сторона звезды, а ее противоположная сторона развивается из правой половины личинки.

Подобным же образом проходят начальные стадии зародышевого и личиночного развития и у других иглокожих. Только позднее форма личинок в каждом классе типа иглокожих получает свои характерные особенности, сохраняя, однако, двубоковую симметрию (рис. 317), пока, наконец, не произойдет превращения личиночной формы в настоящее иглокожее

животное, обладающее уже лучевой симметрией.

Древнейшая история типа иглокожих. Двусторонняя симметрия личинок иглокожих свидетельствует о том, что и их отдаленные предки — древние вторичноротые животные — обладали подобным же типом строения и вели подвижный образ жизни.

В дальнейшем потомки этих древних, допалеозойских форм развивались также в двух различных направлениях. У одной группы развитие шло в сторону более совершенного приспособления к свободному передвижению и дало начало типу хордовых, который на примере подтипа позвоночных освоил не только водную, но и наземную и даже воздушную среду. Другая группа дала начало донным животным, которые перешли к сидячему образу жизни; в связи с этим выработалось лучистое строение и твердый известковый скелет, давший этим неподвижным существам надежную защиту от хищников. Так возник тип иглокожих, в своих основных признаках сложившийся, очевидно, уже в конце древнейшей, протерозойской эры.

И если оставить в стороне класс морских лилий, у которых лучистое строение пока еще вполне соответствует их прикрепленному или малоподвижному образу жизни, то, кроме типа иглокожих, едва ли найдется другая группа, где настолько же ярко обнаруживалась бы относительность и историчность той «целесообразности» в строении организмов, которая так удивляла прежних ученых и умиляла философов-идеалистов. Было бы непостижимо, «для чего», с какой целью природа, создавая животных, предназначенных передвигаться по морскому дну, дала им форму пятиконечной звезды или огородной тыквы.

Только в свете прошлой истории типа иглокожих возможно понять, почему эти животные обладают многолучевой симметрией, которая мало соответствует их жизненным потребностям, почему им приходится обходиться очень неуклюжим способом передвижения, очень примитивной нервной системой и слабо развитыми органами чувств. Оказывается, что основные черты их организации сложились

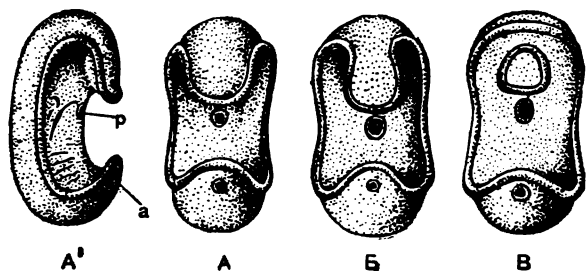


Рис. 317. Различные формы молодых личинок иглокожих:

A¹ — сбоку; A, B, B — снизу; p — рот; a — анальное отверстие.

в связи не с тем образом жизни, который они ведут в настоящую эпоху, а с тем, который вели их предки. Такое несоответствие должно было бы привести иглокожих к гибели, если бы у них — в силу изменчивости и непрерывного действия естественного отбора — не выработались специальные защитные приспособления, которые и искупают недочеты их организации: либо в виде наличия крепкого панциря и игл (морские ежи и отчасти звезды), либо в виде высокоразвитой способности к регенерации (морские звезды, офиуры и голотурии), либо, наконец, в наличии особых щипчиков (у морских ежей), которые очищают поверхность тела от выделяемых животным экскрементов, а в некоторых случаях содержат в себе ядовитые железы.

Так, иглокожие, удержав в своей организации пережитки былой приспособленности к неподвижному, сидячему образу жизни, под действием естественного отбора пошли в своем развитии по пути приспособительных изменений более частного характера, которые поставили их в один ряд с другими малоподвижными донными животными — такими, как двусторчатые и брюхоногие моллюски и зарывающиеся в песок черви. А в этом ряду строение современных иглокожих, хотя и далекое от действительной «целесообразности», оказывается в достаточной мере соответствующим их скромной роли бродячих обитателей морского дна, и общее число относящихся к этому типу видов достигает приблизительно шести тысяч.

«Животные беспозвоночные». Краткой главой о типе иглокожих завершается тот раздел последовательного обзора животного мира, который по старой памяти принято называть зоологией беспозвоночных. Хотя в современной систематике животные без позвонков и не составляют какой-то единой группы, которую можно было бы резко противопоставить позвоночным животным, и хотя разделение животного мира на основные группы строится теперь по совершенно иным принципам (животные одноклеточные, многоклеточные, двуслойные и трехслойные, первичноротые и вторичноротые), все же за традиционным подразделением животного царства остается одно, чисто практическое удобство: оно позволяет подразделить курс зоологии на две приблизительно равновеликие части и соответственно этому организовать преподавание его в высшей школе.

По отношению к настоящему пособию — «Зоологии для учителя» — тот же принцип позволяет ради удобства пользования разделить книгу на два тома, а завершая обзор беспозвоночных, оглянуться назад и окинуть ретроспективным взглядом многообразие уже рассмотренных групп животного мира.

Современные зоологи насчитывают среди беспозвоночных более десятка отдельных типов, и хотя не все из них нашли отражение на страницах этой книги и хотя мы только затронули раздел позвоночных (во вводной статье, посвященной классической лягушке), мы уже распо-

лагаем материалом для выводов и обобщений по вопросам приспособительной эволюции животного мира.

Ступенчатое многообразие животного мира. Проведенный нами обзор животного царства по отдельным типам и классам прежде всего показывает, что в состав современной нам фауны входят группы, которые по высоте своей организации, или, как выражались встарь, по «совершенству» своего строения, занимают самые различные ступени в общей системе животного мира. Мы видели здесь тип простейших, которые в своем развитии не продвинулись далее одноклеточных форм, то есть наиболее примитивного типа строения. Многочисленные в современной водной фауне, и особенно в морях и океанах, кишечнополостные почему-то так и «не доросли» до образования у них третьего, мезодермального слоя и сохранили двуслойный тип строения, морфологически соответствующий зародышевой стадии гастролы высших животных. А наряду с этими примитивными группами мы видели в современной фауне и животных, которые по общему уровню своей организации, по «совершенству» своего строения стоят уже на высших ступенях «лестницы живых существ», а в истории Земли появились в более поздние эпохи.

В стародавние времена, когда в науке и в философии господствовали метафизические представления о неизменности природы, ступенчатое распределение организмов «от не столь совершенных к более совершенным и совершеннейшим» объяс-

нялось очень просто: в нем видели выражение того иерархического порядка, который был установлен еще при «сотворении мира», когда, согласно библейскому повествованию, были созданы сначала растения, а вслед за тем «гады», «киты» и прочая водная живность и, наконец, уже четвероногие звери, причем всем этим тварям было повелено размножаться «по роду их», то есть на том уровне совершенства, какой им был дан в «дни творения».

Но не так легко оказалось понять и правильно объяснить одновременное существование в животном мире и высших и примитивных типов организации с позиций эволюционной теории, в свете учения об историческом процессе развития живой природы. Почему, в самом деле, процесс эволюции, ведущий органические формы по пути прогресса, протекал в различных систематических группах в таких совершенно несоизмеримых между собой темпах, возводя одни из них на вершины зоологической системы, а другие оставляя на низших ступенях организации? И какая судьба ожидает в будущем группы, которые «замешкались» на низших ступенях организации? И любознательные школьники нередко задают своим учителям недоуменный вопрос: «Если все развивается, то почему же амеба так и остается амебой? И могут ли когда-нибудь в будущем из амобы развиться какие-нибудь многоклеточные животные?»

Небольшой экскурс в область истории научно покажет, что удовлетворительный ответ на такие вопросы был найден далеко не сразу.

«Ступени развития» по Ламарку. Для Ламарка, автора первой последовательно разработанной теории эволюции животного мира, одновременное существование и высокоорганизованных и низших животных не только не противоречило идее развития, но и послужило основой для его теоретических построений. В те времена в науке еще господствовало ошибочное представление о самозарождении низших организмов, а потому инфузории и другие микроскопически мелкие существа представлялись новичками в нашем мире, не имеющими за собой никакого исторического прошлого и еще «не успе-

шими» подняться на более высокую ступень развития. Что же касается животных более сложного строения, то в них Ламарк видел изменившихся потомков простейших организмов, зародившихся на Земле в более давние времена, а общее повышение их организации объяснял «стремлением к прогрессу», якобы свойственным всей живой природе, или иначе — принципом «градации», то есть восхождения по ступеням лестницы (общеизвестное слово «градус» по латыни прежде всего означало «ступеньку»).

Значительно позже — уже в эпоху Дарвина и Пастера — те же воззрения, и притом в еще более определенной форме, пытался отстаивать авторитетный в то время ботаник-морфолог проф. К. Негели.

«Теперешняя флора и фауна, — писал этот ученый уже в 1865 году, — не имели бы низших организмов, если бы царства (растительное и животное) происходили от одной только, явившейся вначале клеточки — первообраза. Но если, как я старался доказать, произвольное зарождение имело место во все времена, то и постоянно должны были существовать все формы организации от самых низших до самых высших, так как развитие рядов постоянно начиналось снова и проходило восходящие ряды, которые уподоблялись прежним, но, вследствие переменявшихся обстоятельств, являлись в измененной форме»¹.

Мы видим, что в представлении и Ламарка и Негели животный мир рисовался чем-то вроде хорошо укомплектованной школы, которая ежегодно производит прием новичков в начальные классы, а затем последовательно ведет их по всем ступеням обучения согласно утвержденному учебному плану, причем, как правило, учащиеся разных возрастных групп не были связаны какими-либо степенями кровного родства.

Дарвиновское учение о расхождении признаков (дивергенции). В отличие от Ламарка, Дарвин дал нам образ эволюционного процесса не в виде широкой лестницы, к подножию которой подходят

¹ К. Негели, Происхождение естественно-исторического вида и понятие о нем, М., 1866.

вереницы самопроизвольно зарождающихся существ, постепенно поднимающихся вверх и заполняющих все ее ступени, а образ широко ветвящегося родословного дерева или даже «родословного кустарника», густо разветвляющегося, но идущего от одного корня (монофилетическое, а не полифилетическое, как у Ламарка и Негели, происхождение животного мира).

Почему происходит ветвление родословных линий и вместе с тем возрастает и многообразие животного (и растительного) мира — это Дарвин показал на своей классической схеме расхождения (дивергенции) признаков. Однако эта плоскостная схема еще не отображает, в каких основных направлениях протекает в животном мире процесс развития, приводя к образованию различных групп или отдельных форм, хорошо приспособленных к условиям своего существования, но очень различных между собой по общему уровню своего развития — от одноклеточных простейших до высших членистоногих и позвоночных.

Главные направления эволюционного процесса. Под таким заглавием еще в 1925 году вышла работа акад. А. Н. Северцова, в основном посвященная вопросам прогресса и регресса в процессе исторического развития животного мира¹. В результате анализа многочисленных конкретных примеров автор приходит к заключению, что в процессе эволюции, ведущем к переживанию наиболее приспособленных, следует различать прогресс морфологический и прогресс биологический, причем в одних случаях эти понятия совпадают, в других же, и притом весьма нередких, резко расходятся и уже не покрывают друг друга.

Яркий пример того, как морфологический прогресс при изменившихся жизнен-

ных условиях может привести к гибели целые группы животного мира, представляет собой история головоногих моллюсков в конце мезозойской эры. Как, вероятно, вспомнит читатель (см. стр. 133), в течение мезозойской эры достигла высокой степени процветания группа аммонитов, обладавших сильно развитыми и хорошо сложенными раковинами. Однако к началу новой эры аммониты целиком вымерли, их судьбу разделили и белемниты, обладавшие крепким внутренним скелетом (вероятная биологическая причина — начавшееся процветание костных рыб). В новых условиях биологический прогресс перешел к тем головоногим, которые в наибольшей степени освободились от «морфологических излишеств» — рудиментарных остатков внутренней раковины (каракатицам, кальмарам, осьминогам).

А. Н. Северцов различает четыре основных пути, которыми в процессе эволюции осуществляется биологический прогресс — жизненное процветание данной группы.

1. Морфологический прогресс, или ароморфозы. Этот путь характеризуется общим повышением организации, имеющим приспособительное значение и вместе с тем повышающим и общую энергию жизнедеятельности организмов. Сюда относятся такие изменения, как переход от одноклеточного строения к многоклеточному, появление у многоклеточных мезодермы и образующихся из нее органов, образование сплошного хитинового покрова у предков членистоногих, развитие кровеносной и дыхательной системы и т. д.

2. Идиоадаптации — изменения, когда общий уровень организации и энергетической стороны жизнедеятельности животных остается на достигнутой высоте, а приспособительные изменения имеют более узкий характер, распределяя животных по разным биотопам (лес, степь, болото), различным «экологическим нишам». Примеров идиоадаптаций можно было бы привести бесконечное множество, но мы ограничимся только одним: в отряде жесткокрылых, или жуков, семейство жужелиц и семейство плавунцов являются близкими родичами, но жужелицы в огромном большинстве — это быстрые

¹ Позже эта работа в виде отдельной главы вошла в капитальный труд А. Н. Северцова «Морфологические закономерности эволюции», вышедший у нас уже после смерти автора в 1939 году (изд. АН СССР). А. Н. Северцов иллюстрирует свое изложение главным образом примерами из морфологии позвоночных (область его специальных исследований), у нас они заменены аналогичными примерами из зоологии беспозвоночных.

наземные хищники, тогда как плавунцы, оставаясь такими же лютыми хищниками, оказались узко приспособленными к жизни в водной среде, причем при веслообразном строении их задних ног на суше могут только беспомощно барахтаться.

3. Ценогенезы. Под таким названием разумеются такие приспособительные изменения, которые не затрагивают общего уровня организации жизнедеятельности взрослого животного, а проявляются в его зародышевых или личиночных стадиях, способствуя этим увеличению численности потомков.

Яркие примеры ценогенезов представляют нам насекомые, развивающиеся с полным превращением (скрытый образ жизни многих личинок, устройство коконов, защитные окраски и рефлексy у гусениц бабочек и т. п.).

4. Биологический прогресс при общей дегенерации. Это те линии развития, когда строение тела взрослого животного подвергается упрощению и энергия его жизнедеятельности понижается. Такую морфологическую дегенерацию, обыкновенно связанную и с ценогенезом, наблюдаем мы у различных паразитических червей и паразитических ракообразных, а также у сидячих или очень медленно передвигающихся форм, каковы, например, усонogie раки и большинство утративших настоящую голову двусторчатых моллюсков.

В длительном «многомиллионнолетнем» процессе развития той или иной группы животного мира пути их развития не оставались прямолинейными, а изменяли свое направление, то вздымаясь вверх при ароморфозах, то растекаясь в разные стороны на достигнутом уровне при идиоадаптациях и ценогенезах, то сползая вниз при морфологической дегенерации, ведущей к биологическому процветанию (рис. 318).

И пожалуй, только в ходе развития типа простейших мы можем отметить лишь один-единственный ароморфоз — появление настоящих инфузорий. В основном же эволюция этой группы шла по путям

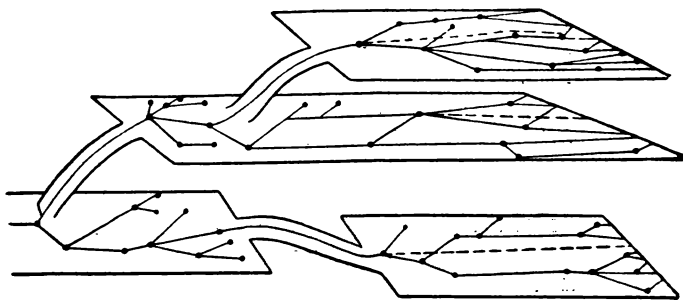


Рис. 318. Схема соотношений между ароморфозами, идиоадаптациями и общей дегенерацией.

Восходящие ленты — ароморфозы; горизонтальные плоскости — идиоадаптации; снижающаяся плоскость — общая дегенерация (катаморфоз).

разнообразнейших идиоадаптаций на уровне одноклеточного строения, которое, будучи связано с микроскопически мелкими размерами, оказывается для простейших очень выгодной особенностью, уводя их от прямой борьбы и конкуренции с более крупными многоклеточными организмами (см. стр. 33—37).

Так, на основе анализа основных путей эволюции, ведущих к биологическому прогрессу, мы можем яснее понять, почему в нашей современной фауне не только сохранили свое существование, но и процветают группы, которые с чисто морфологической стороны представляются более или менее отсталыми, в том числе и одноклеточные простейшие. Что же касается другого традиционного вопроса о том, дадут ли когда-нибудь, хотя бы в очень отдаленном будущем, наши современные амебы начало каким-нибудь многоклеточным и более совершенным организмам, то на него с наибольшей долей вероятности пришлось бы ответить отрицательно. Фауна многоклеточных и теперь уже укомплектована организмами, хорошо приспособленными к своей жизненной обстановке и к «требованиям» окружающей среды, и для появления среди них нового, и притом, конечно, весьма примитивного «многоклеточного» живого организма едва ли бы нашлись где-либо благоприятные условия.

РУССКИЕ НАЗВАНИЯ И ТЕРМИНЫ, ВСТРЕЧАЮЩИЕСЯ В ТЕКСТЕ

(Цифры, отмеченные звездочкой, указывают страницы, на которых помещены рисунки)

Аборальная пора 57
Автотомия 144, 172, 179
Адаптивная радиация 29
Адмирал 282
Адолескарий 79
Актиния 64—65 *
Амбулякральная система 300
Амбулякральные борозды 298
— ножки 299
Амеба 38
— дизентерийная 51
— -протей 39 *
Аммонит 132, 133 *
Аммофила см. Оса песчаная
Анабиоз 113
Анаэробия 89
Анофелес 46, 241
— пятнистокрылый 242
Антеннула 151 *
Антитела 91
Ареал 30, 122
Аристотелев фонарь 304
Ароморфоз 312
Артемия 157 *, 158
Артерии 18
Архитеутис 136
Арцелла 39, 40 *
Аскарида 90, 91 *, 92, 95
— человеческая 90
Ассимиляция 17

Бабочка-боярышница 199, 200 *
201
— -каллима 290
Бадяга 53 *, 54, 55
Барабанная перепонка 9
Беззубка 115, 116 *, 118 *, 119 *
Белемнит 132, 134 *
Белые кровяные тельца 16
Белянка-брюквенница 208 *, 209, 213
Белянки 208

Бинарная номенклатура 30
Биогенетический закон Мюллера—Геккеля 23, 24, 139, 307
Биотоп 29
Биссус 120
Биченосцы см. Жгутиковые
Бластопор 21 **, 67
Блоха 249, 250 *, 253
— собачья 250
Блошки земляные 207
Богомол 187
Божья коровка 218 *
Бортничество 253
Боянусов орган 119
Брюквенница см. Белянка-брюквенница
Брюхоногие 125
Брюшная нервная цепочка 106
Букарка 199

Вакуоля 35
— пищеварительная 35
— сократительная 35, 39
Вены 18
Вертячка 235
Вид 30
— биологический 244
Вилохвост см. Гарпия
Власоглав 96, 97 *
Водолюб 236
Водомерка 234 *
Водяная мокрица см. Водяной ослик
Водяной ослик 159 *
— паук см. Паук-серебрянка
Водяные клещи см. Гидракарины
Волокна двигательные 19
— чувствующие 19
Волосатик 97, 98 *
«Волчье молоко» 44 *
Вольвокс 70

Вошь 249, 253
— головная 250, 251 *
— платяная 250, 251 *
Вторичная полость тела 299;
см. также Полость целомической
Вторичноротые 307
Выделительная система 18
Выпь 291
Высшие медузы 62

Галлы 100
Гамбузия 48
Гарнель 151, 160 *
Гарпия 289 *
Гастрей, теория 68
Гастрола 21 *, 22, 67
Гастроуляция 68 *, 69
Гексахлоран 229
Гельминт 74
Гельминтозы 100, 102
Гельминтология 101
Геммула 54 *
Гермафродит 20, 107, 127
Гидра 56, 57
— бурая см. Гидра обыкновенная
— длинностебельчатая 60
— зеленая 60
— обыкновенная 57 *, 60
— серая см. Гидра тонкая
— тонкая 60
Гидракарины 173
Гидроид 61 *
Гидромедуза 62—63
Гладыш 234 *, 236
Глаз непарный 153
— сложный 182, 188, 189 *
Глазок простой 182, 189
Гликоген 89
Глистная вертячка 84
Глохидий 120 *

Головастики 23—25
 Головной мозг 18
 Головогрудь 145, 150, 163
 Головоногие 131
 — двужаберные 135
 — четырехжаберные 135
 Голосовые мешки см. Резонаторы
 Голотурия 304
 Гомология 159
 Гребешок 123
 — морской 124 *
 Гребневники 71
 Гребневик цидиппа 72 *
 Грена 278
 Гриб-дождевик 43
 Грибы слизистые 43, 44
 Губка греческая 55 *
 Губки 53—55
 Губоногие 178
 Гусеница 192

Дафния 153 *
 ДДТ 229
 Девастация 102
 Девственное размножение см. Партогенез
 Деламинация 69
 Дивергенция 121, 311
 Диморфизм половой 203, 206, 209
 — сезонный 181, 213
 Дисспилиация 17
 Диффлюгия 39, 40 *
 Долгоносик амбарный 199
 — капустный 199
 — свекловичный 199, 227
 — сосновый 199
 — яблоневый 197 *—199
 Древесница 29
 Дрейссена 122 *
 Дыхальца 183
 Дыхательная система 18
 Дыхательные пути 18

Евстахиева труба 10
 Еж морской 302 *, 303 *
 Ежемуха см. Муха-тахина

Жаба 29
 Жаброногие 155
 Жабры 18, 117
 — кожные 301
 Жало 172, 261
 Жвалы 183
 Жгутиковые 38, 43
 «Желудочная мельница» 150
 Жемчужница морская 124
 — речная 125 *
 Живчик см. Сперматозоид
 «Жизненная ниша» 135
 Жировое тело 185
 Жужелица красотел 285 *
 Жужжальца 187
 Жук-плавунец 181 *, 187, 235—237

Жуки-долгоносики 199
 Журчалка-сирфа 287
 — шмелевидка 287

Задние носовые отверстия см. Хоаны
 «Замок» 121
 Звезда кульцита 302
 — морская 297
 Зеленые железы 149
 «Земляное масло» 43
 Зеркальце 261
 Змеехвостка см. Офиура
 «Зоофит» 53
 Зудень см. Клещ чесоточный

Иглокожие 297
 Идиоадаптация 312
 Изменчивость внутривидовая 225
 — сезонная 282
 Икра 20
 Иммиграция 69
 Инвагинация 68
 Инсектициды 228
 Инстинкт 170, 271
 Инфузория 33, 34 *, 52
 Ицерия 232

Казарка 199
 Кала-азар см. Лейшманиоз
 Кальмар 115, 131, 134 *, 136
 Камера выводковая 153
 — наджаберная 118
 — поджаберная 118
 Канал каменистый 300
 — кольцевой 300
 — лучевой 300
 Капилляры 18
 «Капустная кила» 44
 Капустница 209—212
 Каракатица 115, 131, 134, 136
 Каракурт 167 *
 «Кардинал» 232, 233 *
 Карпеды 155
 Катущка 128, 129
 — большая см. Катущка роговая
 — роговая 129 *
 Квакша см. Древесница
 Кивсяки 179
 Кишечнополостные 53, 56
 Кишечный узел (у моллюсков) 118
 Клещеножки 147
 Клещ 173
 — красный водяной 174 *
 — собачий 175 *
 — чесоточный 176 *
 Клещи амбарные 177
 — жучьи 174
 — пастбищные 174
 — птичьи 174
 — сырные 177

Клоп 249
 — гладыш 187, 234 *, 236
 — краевик 288
 — постельный 249, 252
 — солдатик см. Красноклоп обыкновенный
 — черепашка 226 *
 Кобылка голубокрылая 225
 — мароккская 225
 — огневка 284
 — трещотка 225
 «Ковшичек» 145
 Кожа 9, 18
 Кожно-мускульный мешок 74, 104, 111
 Кокон яйцевой 108
 Кокцидии 51
 Колечник см. Шелкопряд кольчатый
 Коловратка брахионус 112 *
 Коловратки 41, 112
 Коловращательный аппарат 112
 Кольцецы см. Черви кольчатые
 Колюще-сосущий хоботок 186, 240
 Комар 240—245
 — дергун 245
 — коретра 244
 Комары перистоусые 244
 Конвергентное сходство 214
 Конечности головные 153
 — гребные 153
 Конъюгация 35
 Кораблик 132, 135
 «Корзинка» (у пчелы) 261
 Корненожки 52
 — раковинные 39
 Короткохвостые раки см. Краб
 Костно-мышечная система 16
 Краб 160, 161 *, 162 *
 — большой 161 *
 — длиннорукий 161 *
 — камчатский промысловый 162 *
 Крапивница 282
 Красноклоп обыкновенный 284 *
 Краснотелки 174
 Красные кровяные тельца 16, 26, 27 *
 Краспедакуста 63
 Криветка 147
 «Кровавая моча» 175
 Кровеносная система 17
 Кровеносные сосуды 18
 Кровь артериальная 18
 — венозная 18
 Крыловые жилки 183
 Ктеноплана 72
 Кузнечик зеленый 222 *
 Куколка 192
 Кутикула 76

Легкие 18
 Лейшманиоз 51
 Лентец см. Червь ленточный

Лентец широкий 85 *
 Лептодера 99
 Лернеоцера 154 *
 Лжескорпион 173 *
 — книжный 173
 Лилия морская 305 *, 306 *
 Личинка 23
 Ложноножки 38
 Лужанка-живородка 129 *
 Лягушка озерная 28
 — остромордая 28
 — прудовая 28
 — травяная 8 *, 20, 28

Макрогаметы 46 *
 Макронуклеус 36 *
 Мальпигиевы сосуды 185
 Малярия 45
 Мантийная полость 117, 139
 Мантия 116, 139
 Матка пчелиная 255 *
 Медведка 187, 214 *, 215
 Медовый желудок 261
 Медуза 60
 — аврелия 61 *, 63
 Межклеточная жидкость 17
 Мезодерма 22 *, 67
 Мелкобрюх см. Наездник-апантелес
 Мерозоит 46
 Метамерное строение 107, 146, 148
 Метаморфоз (у лягушки) 23 *
 Метанауплиус 152 *
 Мидия 122, 123 *
 Микрогаметы 46 *
 Микронуклеус 36 *
 Микропиле 191
 Микроскоп 32
 Микрофанур 227
 Миметизм см. Мимикрия
 Мимикрия 218, 286 *, 287
 Мирацидий 78
 Мирмекофилы 276
 Многоножка-костянка 177 *
 — мухоловка 178 *
 Многоножки 142, 177
 Многоустка лягушачья 80
 Многоцветница 282
 Мозговая пластинка 22
 Мозговик овечий 81, 84
 Мозговой ганглий 118
 Мозговые валики 22
 Мозжечок 19
 Мокрица 159 *
 Моллюски 115
 — двустворчатые 115
 — пластинчатожаберные см.
 Моллюски двустворчатые
 Морские бутоны 306
 — желуди 155 *
 — яблоки 306, 307 *
 Морской ногой 430 *
 Морула 21 *
 Морфа 122, 213, 282

Морфы температурные 282
 Мочевой пузырь 18
 Мочеточники 18
 Муравей 274
 — амазонка 276
 — домовый 277
 — земляной 277
 — кроваво-красный 276
 — лесной рыжий 274 *
 — медовый 274
 Мускардина зеленая 233
 Муха-жигалка 247 *
 — журчалка 218, 219 *
 — ильница 287 *
 — комнатная 245—247
 — мясоедка 247
 — падальная 247
 — пчеловидка см. Муха-ильница
 — тахина 289
 — це-це 51
 Мшанка клубчатая 114 *
 — хохлатка 114
 Мшанки 113, 114 *
 Мышцы замыкательные 116, 117
 Мягкотелые см. Моллюски
 Мягкохвостые раки см. Ракотшельник

Надглоточный узел 106
 Надкрылья 187
 Наездник-апантелес 202, 211, 292
 — афелинус 229, 230 *
 — теленомус 226
 Насекомые 179
 Науплиус 152 *
 Нематода свекловичная 99
 Нематоды см. Черви круглые
 Нервная трубка 22
 Нервное возбуждение 17
 Нервные узлы 18
 Нервы лучевые 301
 Нереида 110
 Нефелида 110
 Нефридий 106
 Нефтевание водоемов 48, 244
 Нимфа 239
 Нитчатка 98
 Новиус см. «Кардинал»
 Нога (у моллюска) 116, 126, 139
 Ногочелюсти см. Ножки челюстные
 Ножки брюшные (у рака) 146
 — грудные 153
 — ходильные 147, 163
 — челюстные 147
 Ножной узел 118
 Нуммулиты 49 *, 50

Обножка 261
 Овод 247
 — бычий 248 *
 — лошадиный желудочный 248 *
 — овечий 249

Овод кожный см. Овод бычий
 — русский 249
 Огневка большая крапивная 289
 — обыкновенная 225
 Одноклеточные 41
 Окологлоточное кольцо 106, 150
 Околоротовое кольцо 301
 Околосердечная полость 119, 139
 Окончательный хозяин 89
 Окраска защитная 283
 — отпугивающая 225, 284
 — подражательная см. Мимикрия
 — покровительственная 10, 29, 209, 211, 220, 283
 — предостерегающая 174, 203, 210, 218, 284, 285
 — предупреждающая 201, 284
 — симпатическая см. Окраска покровительственная
 Олигохеты см. Черви малощетинковые
 Омар 148 *, 162
 Омматидий 188
 Онтогенез 24
 Оокинета 46 *
 Опалина 37, 38 *, 52
 Орган 16
 — осязания 18
 Организм 19
 Органы равновесия 151
 — чувств 18
 «Орденские ленты» 284
 Оса 272
 — обыкновенная 272
 — песчаная 273 *
 — саксонская 272
 — сколия 273
 Осеменение перекрестное 108
 Осоед 291
 Острица 95 *
 Осьминоги 115, 131, 136
 Офиура 304
 Оффрисколепиды 37 *
 Охранительное сходство 288

Павлиний глаз 282
 Пандорина 70 *
 Парамеции 33, 34 *
 Паренхимелла, теория 68
 Партеногенез 78, 217, 259
 Паук-волк 168
 — домовый 167
 — крестовик 163, 164 *
 — мешконос 168 *
 — сенокосец 171 *
 — серебрянка 167 *
 Пауки бродячие 167 *
 — тенетники 167
 Паукообразные 142, 163
 Паутина 164
 Паутинные бородавки 164
 — железы 165
 Паутинный кокон 166
 Педицеллярия 303 *

Пендинка 51
 Первичноротые 307
 Переопончатокрылые 261
 Периферические нервы 18
 Перламутр 124
 Перловица 115—119
 Пестрокрыльница 282
 Печеночная фасциола см. Печеночный сосальщик
 Печеночный сосальщик 75, 76 *, 78
 Пиретрум 229
 Пироплазма 175
 Пироплазмоз 175
 Пиявка 110
 — ложноконская 110
 — медицинская 110
 Плавник хвостовой 146
 Плазмодий малярийный 44 — 48, 51
 Планария молочная 75 *, 80
 Планктон 154
 Плеченогие 114, 141
 Плодовое тело 43
 Плодожка яблоневая 207
 Подвид 30
 — географический 30
 Подглоточный узел 106
 Полипы гидроидные 62
 — коралловые 62, 64—65
 Полихеты см. Черви многощетинковые
 Половая система см. Система органов размножения
 Половое размножение 35
 Полость тела 105
 — псевдоцеломическая 92
 — целомическая 92
 Полушария переднего мозга 19
 Порошица 35
 Почечка 55
 Почка 18
 Приспособительная радиация 29
 Продолговатый мозг 19
 Продуктус 114, 140 *
 Промежуточный мозг 19
 Промежуточный хозяин 89
 Простейшие 32—52
 Протистолог 38
 Прудовик 128
 — большой 128
 — малый 78, 128
 Прусик см. Саранча итальянская
 Пчела 253, 255 *
 — андрена 265
 — галикт 266 *—268
 — каменщица 270 *
 — рабочая 254
 Пяденица 288
 — березовая 288 *
 Радула см. Терка
 Развитие с неполным превращением 191
 — с полным превращением 193

Рак благородный 143
 — -отшельник 160, 162 *
 — речной 143 *—152
 — широкопалый см. Рак благородный
 Раки усоногие 155
 Ракообразные 142—162
 — высшие 153
 — низшие 153
 Рачешня 143
 Рачки веслоногие 153
 — ветвистоусые 153
 Регенерация 59, 107, 302
 Редия 79
 Резонаторы 28
 Рекапитуляция 24
 Репница 209
 Реснички 34
 Рефлекс безусловный 271
 — условный 271
 Рипшта 98 *, 99
 Родолия см. «Кардинал»
 Ротовой аппарат грызущего типа 186
 — — жующе-сосущего типа 186
 — — лижущего типа 187
 — — сосущего типа 186
 Ротовые лопасти 117
 «Руководящие ископаемые» 141
 Ручейник 237, 238 *
 Рыбы вши см. Карпоеды
 Самокалечение см. Автотомия
 Самоочищение водоема 155
 Сантонин 94
 Саранча азиатская 221, 222 *, 223
 — итальянская 225
 — -шистоцерка 224
 Саркодовые см. Корненожки
 Светлянки 179
 Селезенка 18
 Семенная жидкость 20
 Семенной мешок (у пауков) 166
 Сенокосец 163, 171—172
 Симбиоз 60, 64, 130, 161
 Симметрия 17
 — двубоковая см. Симметрия двусторонняя
 — двусторонняя 74, 304
 — лучевая 306
 — многолучевая 299
 Система органов 16
 — — размножения 19
 Ситовидная пластинка 300
 Ситотрога 232
 Сифон вводной 117
 — выводной 117
 Скелет наружный 142
 Сколопендра 178 *
 Скорпион 163, 172 *, 173
 — водяной 187, 234 *, 236
 Слепень 247
 — бычий 248 *
 Слизевик эталей см. «Земляное масло»

Слизевик см. Грибы слизистые
 Слизень лесной 126 *, 127
 — полевой 127
 Слизни голые 115, 127
 Слоник гороховый 199
 — ореховый 199
 Слоники см. Долгоносики
 Смена поколений 217
 — функций 146
 «Смена хозяев» 47, 219
 Смолевка 199
 Совка восклицательная 221
 — капустная 213
 — озимая 195, 220, 221 *
 Совокупительный аппарат (у рака) 147
 Солитер 81
 Сонная болезнь 51
 Сороконожка см. Многоножка-костянка
 Сперматозоид 20
 Спинная струна см. Хорда
 Спинной мозг 18
 Спириферы 114
 Спирула 136 *
 Споровики 51, 52
 Спорозоит 46
 Спориста 78
 Спрут см. осьминог
 Средний мозг 19
 Статодист 137
 — рака 151 *
 Стентор см. Трубочка
 Стилонихия 36 *
 Стрекательная нить 58
 Стрекоза 238, 239 *
 Стрекозущий скачок см. Огневка обыкновенная
 Струнец см. Рипшта
 Сувойка 36 *, 37
 Сцифистома 64
 Сцифоиды см. Высшие медузы
 Сцифомедузы 63, 64 *
 Сыпной тиф 251
 «Танцы» пчел 264
 Таракан черный 181—185
 Тарангул 168 *
 Тельсон 148
 Терка 126
 Терморегуляция 265
 «Техасская лихорадка» 175
 Ткани 16
 Ткань покровная 15
 Тля бобовая 219
 — гороховая 219
 — капустная 216 *
 — кровяная 229, 230 *
 — крыжовниковая 219
 — огуречная 219
 — черемухово-овсяная 219
 — яблоневая 219
 Траурница 282
 Трахейнодышащие 184
 Трахея 184
 Трепанг 305 *

Треуголка см. Тридакна
Тридакна 123
Трилобиты 163 *
Трипаносома 51
Трихинелла 96, 97
Трихинеллез 97
Трихограмма 232 *

Трихоцисты 34 *
Трохосфера 113 *
Трохофора 113 *
— дрейссены 122
Трубач 37 *
Трутень 255 *
Турбеллярии см. Черви рес-
ничные
Туфельки см. Парамеции

Угрица пшеничная 100
Ужовка см. Ципрея
Улитка виноградная 125
— лесная 126 *
Улитки легочные 126
— морские 130
— наземные 115, 125, 139
— переднежаберные 129
Устрица 123 *

Фасетка 150
Фасциолез 75
Филлоксеры 219
Филогенез 24
Финка 83
Формикарий 277
Фузулины 49 *, 50

Халикодома см. Пчела-камен-
щица
Хитин 142

Хитиновый скелет 293
Хламидомонада 41, 42 *
Хоаны 10
Хорда 23
Хроматофор 42

Цветоед яблоневый см. Долго-
носик яблоневый
Целоплан 72 *
Ценогенез 313
Ценур 85
Цепень бычий 81, 83 *
— свиной 81 *, 82 *
Цепь питания 154
Цератиты 135
Церкария 79
Церки 183
Цианея арктическая 63 *
Циклоп 86, 153, 154 *
Ципрея 130 *
Циста 36

Челюсти 147
Червеобразные 114, 141
Черви кольчатые 103
— круглые 90
— ленточные 80
— малощетинковые 109
— многощетинковые 109
— плоские 74, 89
— ресничные 75, 90
— -трубочники 109
Червь дождевой 73, 103, 104 *
«Чернильный мешок» 124
«Чертов палец» 132 *
Чертополоховка 282
Чесуча 280
Членистоногие 142

Шаровик 306
Шелковичный червь см. Шел-
копряд тутовый
Шелкопряд дубовый китайский
280, 281
— -златогузка 202, 203 *
— кольчатый 206 *
— непарный 203—204
— сибирский 233
— тутовый 277—280
Шершень 272, 273 *
Шизогония 46, 52
Шмель 268, 269 *
— земляной 268
— -моховик 268

Щетиноножка см. Стилонихия
Щитень 155, 156 *, 158
Щупальцевые 141

Эвглена зеленая 42 *
— кровавая 43
Эвдорина 70
Эктодерма 21, 22, 58
Эмбриология 24
Эмпуза 247
Энтодерма 21, 22, 59
Энтомология 181
Энцефалит 175
Эритроциты см. Красные кровя-
ные тельца
Эхинококк 81, 84, 85

Ядро 33
Яйца 20
Яйцевая капсула 185
Яйцеед-микрофагус 226 *
— -трихограмма 232 *

<i>Предисловие</i>	5	Общие черты в строении и развитии ленточных червей в связи с их паразитическим образом жизни	86
Лягушка	7	Общая характеристика типа плоских червей. Развитие плоских червей	89
Наружный осмотр и вскрытие лягушки	8	Тип круглых червей	90
Клеточное строение животного организма	15	Человеческая аскарида	—
Основные системы органов животного	16	Острица	95
Развитие лягушки	20	Власоглав	96
Почему лягушка не стала теплокровным животным	26	Трихинелла	—
Видовые отличия наших лягушек и вопросы систематики	27	Волосатик	97
Тип простейших	32	Нематоды — вредители растений	99
Из истории изучения простейших	—	Гельминтология и ее задачи	100
Инфузории	33	Тип кольчатых червей	103
Амебы	38	Дождевые черви	—
Раковинные корненожки	39	Черви-трубочники	109
Место простейших в системе животного мира	40	Многощетинковые черви, или полихеты	—
На границе животного и растительного мира	41	Пиявки	110
«Цветение» воды	—	Коловратки	112
«Земляное масло» и «волчье молоко»	43	Мшанки	113
Малярийные паразиты	44	Тип моллюсков	115
Современные простейшие — особая ветвь развития животного мира	48	Класс пластинчатожаберных, или двустворчатых	—
Общий ход развития типа простейших	51	Беззубка и перловица	—
Тип губок	53	Дрейссена и ее особенности	122
Бадяга	—	Другие двустворчатые и их промышленное значение	123
Морские губки	55	Класс брюхоногих	125
Тип кишечнополостных	56	Наземные улитки	—
Гидры, или пресноводные полипы	—	Голые слизни	127
Медузы	60	Прудовики и катушки	128
Гидроидные полипы и гидромедузы	62	Переднежаберные улитки	129
Сцифомедузы и их развитие	63	Морские улитки	130
Коралловые полипы	64	Класс головоногих	131
Древнейшие кишечнополостные — предки высших групп животного мира	67	Можно ли считать головоногих вымирающей группой	135
Происхождение многоклеточных животных	69	Общие признаки моллюсков	139
Черви	73	Моллюски в истории Земли	140
Тип плоских червей	74	Тип членистоногих	142
Класс ресничных червей или турбеллярий	75	Речной рак	143
Класс сосальщиков	—	Класс ракообразных	152
Печеночный сосальщик	—	Подкласс низших ракообразных	153
Класс ленточных червей	80	Другие низшие ракообразные	155
Овечий мозговик	84	Подкласс высших ракообразных	158
Эхинококк	—	Многообразие форм высших раков в связи с различным образом жизни	160
Лентец широкий	85	Промышленное значение высших ракообразных	162
		Вымерший класс трилобитов	163

Класс паукообразных	163	Химические методы борьбы с вредителями	228
Паук-крестовик	—	Биологические методы борьбы с вредителями	232
Пауки-тенетники и бродячие пауки	167	Водные насекомые	234
Полеты пауков	168	Насекомые на поверхности водоема	—
Инстинкт как основа поведения пауков	169	Насекомые в воде	235
Отряд сенокосцев	171	Водные личинки	237
Отряд скорпионов	172	Комары	240
Отряд лжескорпионов	173	Личинки комаров-«вегетарианцев»	244
Отряд клещей	—	Мухи — сожители человека	245
Общие признаки класса паукообразных	177	Обыкновенная комнатная муха	—
Класс многоножек	—	Другие мухи в наших жилых помещениях	247
Класс насекомых	179	Слепни и оводы — вредители животноводства	—
Строение и образ жизни черного таракана	181	Насекомые — паразиты человека	249
Наружное строение таракана	182	Пчелы, осы, муравьи	253
Внутреннее строение таракана	183	Домашняя пчела	—
Главнейшие особенности внешнего строения насекомых других групп	185	Одинокые пчелы-андрены	265
Как насекомые воспринимают явления окружающего мира	187	Пчелы-галикты	266
Развитие насекомых	191	Шмели	268
Основные принципы систематики насекомых	193	Происхождение пчелиной семьи	269
Изучение насекомых-вредителей	194	Об «уме» пчел	—
Вредители плодового сада	197	Осы	272
Яблоневый долгоносик, или яблоневый цветоед	—	Муравьи	274
Белянка-боярышница	199	Шелководство	277
Шелкопряд-златогузка	202	Китайский дубовый шелкопряд	280
Непарный шелкопряд	203	Экспериментальное изучение изменчивости у бабочек	281
Кольчатый шелкопряд	206	Чем объясняется расцвет класса насекомых	283
Яблоневая плодожорка	207	Защитные окраски	—
Вредители огорода	—	Относительность защитных приспособлений	290
«Земляные блошки»	—	Значение наружного хитинового скелета	293
Огородные белянки	208	Тип иглокожих	297
Капустная совка	213	Морские звезды	—
Медведка	214	Особенности строения отдельных классов иглокожих	302
Капустная тля	216	Размножение и развитие иглокожих	307
Вредители полевых культур	220	Послесловие к первому тому	310
Озимая совка	—	Русские названия и термины, встречающиеся в тексте	314
Азиатская саранча	221		
Клопы-черепашки	226		
Методы защиты растений от вредителей	227		

Александр Александрович Язонтков

ЗООЛОГИЯ ДЛЯ УЧИТЕЛЯ

Том I

Редактор В. И. Малашенкова
 Оформление художника С. Я. Нодельмана
 Цветные вклейки художника В. И. Преображенской
 Рисунки художников В. И. Преображенской, Н. Г. Зарецкой, Е. Я. Захарова
 Художественный редактор Н. А. Володина
 Технический редактор Р. В. Цыпко
 Корректор Н. А. Петровская
 Составитель указателя Н. М. Баевская

Сдано в набор 20/VII 1965 г. Подписано к печати 15/I 1966 г. 84 × 108^{1/16}. Печ. л. 20(33,60) + 0,75(1,26) вкл. Уч.-изд. л. 30,83 + 0,68 вкл. Тираж 90 000 экз. (Тем. пл. 1966 г., № 198а) А-03809

Издательство «Просвещение» Комитета по печати при Совете Министров РСФСР, Москва, 3-й проезд Марьиной рощи, 41.

Ленинградская типография № 2 имени Евгении Соколовой Главполиграфпрома Комитета по печати при Совете Министров СССР. Измайловский пр., 29. Зак. № 1735
 Цена без переплета 1 р. 10 к., переплет 29 коп.



Т а б л и ц а 1. Население водных зарослей:

1 — стрекоза-коромысло; 2 — прудовик обыкновенный; 3 — жук-плавунец; 4 — личинка плавунца, поедающая головастика.
 5 — паук-серебрянка; 6 — личинка стрекозы-коромысла, пожирающая бокоплава; 7 — катушка роговая; 8 — пиявка ложноконская;
 9 — личинки ручейников; 10 — лужанка.

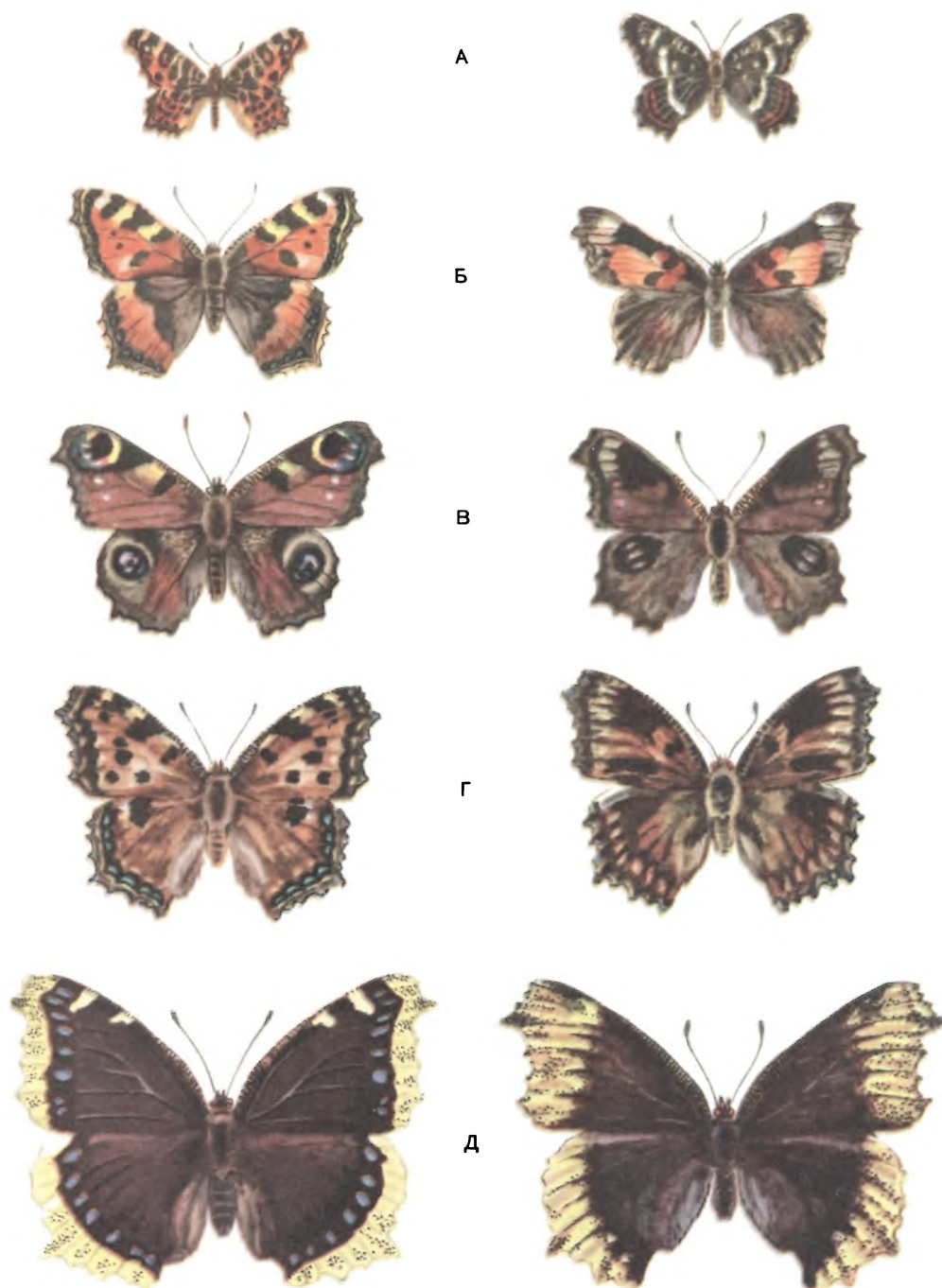


Т а б л и ц а II. Головоногие моллюски:

1 — каракатица (*Sepia officinalis*); 2 осьминог (*Octopus vulgaris*); 3 кальмар (*Loligo vulgaris*).



Т а б л и ц а III. Цветное зрение человека (слева) и пчелы (справа).



Т а б л и ц а IV. Влияние температуры на изменение окраски бабочек:

А — сезонный диморфизм у пестрокрыльницы (*Araschnia levana*); слева весенняя, справа летняя морфы. Б—Д — виды рода *Vanessa*; слева нормальные формы, справа морфы, получаемые при воздействии на куколку крайних температур. Б — крапивница (*V. urticae*), В — павлиний глаз (*V. io*), Г — многоцветница (*V. polychloros*), Д — траурница (*V. antiope*).



Т а б л и ц а V. Бабочки нашей фауны:

1 — махаон (*Papilio machaon*); 2 — адмирал (*Pyrameis atalanta*); 3 — переливница (*Apatura ilia*); 4 — сиреневый бражник (*Sphinx ligustri*); 5 — глазчатый бражник (*Smerinthus ocellatus*); 6 — медведица кайя (*Arctia caja*); 7 — голубая орденская лента (*Catocala fraxini*). Рядом с бабочками 1, 4 и 5 изображены их гусеницы.



Т а б л и ц а VI. Иголокожие:

1—4 — морские звезды; 5 — офиура; 6 — голотурия; 7 — морской еж; 8 — морская лилия.

ШКОЛЬНЫЕ УЧЕБНИКИ СССР

[SHEBA.SPB.RU/SHKOLA](http://sheba.spb.ru/shkola)